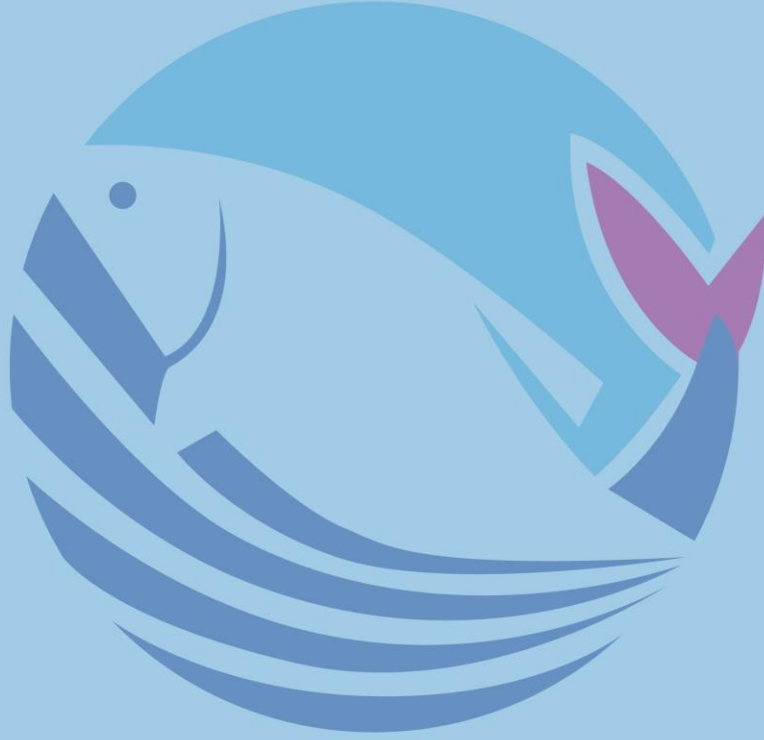


# Acta Aquatica Turcica

## Türk Su Bilimleri Dergisi



2020

Vol:16

Number: 1

| Cilt: 16

Sayı: 1

e-ISSN: 2651-5474

**ACTA AQUATICA TURCICA  
TÜRK SU BİLİMLERİ DERGİSİ  
(YIL 2020 – CİLT: 16 – SAYI 1)**

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  
Nalan Özgür YİĞİT  
Seçil METİN

**Mizanpaj Editörleri / Layout Editors**

Salim Serkan GÜÇLÜ  
Ufuk Gürkan YILDIRIM  
Deniz KARA

**İngilizce Editörü / English Editor**

Arda ÖZEN

**İletişim / Contact**

Acta Aquatica Turcica  
Yayın Komisyonu Başkanlığı,  
32260 Doğu Yerleşkesi-İSPARTA  
Tel: 0 246 2146401 Faks: 0 246 2146445  
<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>  
E-Posta: [actaquatr@isparta.edu.tr](mailto:actaquatr@isparta.edu.tr)

**E-ISSN: 2651-5474**

---

Yayın Tarihi: Mart - 2020

**ACTA AQUATICA TURCICA**  
**(YIL 2020 – CİLT: 16– SAYI: 1)**

---

**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:

Eğirdir Gölü'nde Kullanılan Fanyalı Uzatma Ağlarının Av Verimliliklerinin ve Gümüşi Havuz Balığının, <i>Carassius gibelio</i> (Bloch,1782) Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması <b>Bayram KORKMAZ, Mete KUŞAT</b> .....	<b>1-12</b>
Gökkuşığı Alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )'ndan Elde Edilen Balık Köftelerinde Biberiye ve Defne Uçucu Yağlarının Mikrobiyolojik ve Duyusal Kaliteye Etkisi <b>Ergül KESER, Levent İZCİ</b> .....	<b>13-21</b>
Farklı Konsantrasyonlarda Kullanılan Nisinin Soğukta (4±2°C) Depolanan Levrek ( <i>Dicentrarchus labrax</i> ) Filetolarının Yağ Asitleri Üzerine Etkileri <b>Yılmaz UÇAR, Fatih ÖZOĞUL</b> .....	<b>22-37</b>
A Preliminary Study Aimed An Annotated Checklist of Chironomidae (Diptera: Culicomorpha: Chironomoidea) of Iran <b>Gazel Burcu AYDIN, Najmeh SAMİN</b> .....	<b>38-50</b>
Antalya, Isparta ve Afyonkarahisar İllerinde Bulunan Su Ürünleri İşleme Tesislerinin Güncel Durumu <b>Hüseyin ERKEÇ, Şengül BİLGİN</b> .....	<b>51-65</b>
Koi balığı ( <i>Cyprinus carpio</i> , Linnaeus, 1758) Yetiştiriciliğinde <i>Argulus japonicus</i> (Thiele, 1900) Enfestasyonu <b>Cafer Erkin KOYUNCU</b> .....	<b>66-70</b>
The Effects of Formaldehyde, Hydrogen Peroxide and Trichlorophon Applications on Some Hematological Stress Indicators in Mirror Carp ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) <b>Aysel ŞAHAN</b> .....	<b>71-81</b>
Effect of Depth and Season on Catch Composition and Discard Rate in Gillnet Fishery in the South-eastern Coast of the Black Sea <b>İsmet BALIK</b> .....	<b>82-93</b>
Tatların Baraj Gölündeki Su Kirliliğinin <i>Carassius gibelio</i> ve <i>Carassius auratus</i> Türlerine Genotoksik Etkisinin Mikronükleus Testi ile Belirlenmesi <b>Selen KUTOĞLU, Erdoğan ÇİÇEK</b> .....	<b>94-98</b>
Growth Parameters of the Silverstripe Blaasop, <i>Lagocephalus sceleratus</i> (Gmelin, 1789) from the Mediterranean Coast of Turkey <b>Kadriye ZENGİN, Dilek TÜRKER</b> .....	<b>99-105</b>
Comparing the Fatty Acid Level of Sand Smelt ( <i>Atherina boyeri</i> ) With Rainbow Trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) as a Cheaper Protein and Fatty Acid Source <b>Emre YAVUZER</b> .....	<b>106-112</b>
Concentration of Heavy Metal Hg, Au, and Fe in Sediments, Water, and Tissue Damage of Golden Sea Cucumber <i>Stichopus herrmanni</i> (Semper, 1868) (Holothuroidea; Stichopodidae) in Kayeli Bay, Indonesia <b>Cindie C. de FRETES, Pieter KAKISINA, Dominggus RUMAHLATU</b> .....	<b>113-123</b>
Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) Su Kalitesinin Faktör Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi <b>Nurhayat DALKIRAN, Didem KARACAOĞLU, Dilara TAŞ, Güllü KARABAYIRLI, Sevil ATAĞ, Tuğçe N. ARDA KOŞUCU, Fırzuze COŞKUN, Enis AKAY</b> .....	<b>124-137</b>

Taxonomic Status of Endemic Fish Species in Lake Beyşehir Basin (Turkey) Esra BAYÇELEBİ, Cüneyt KAYA, Salim Serkan GÜÇLÜ, Fahrettin KÜÇÜK, Davut TURAN.....	138-147
<i>Crocus cancellatus</i> subsp. <i>mazziaricus</i> (Herbert) Mathew Bitki Ekstraktının Avrupa Deniz Levrek Balığı ( <i>Dicentrarchus labrax</i> , L.1758) Doğal Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi Canan ÖNTAŞ, Gülşen ULUKÖY, Esin BABA, Ramazan MAMMADOV.....	148-157

**Eğirdir Gölü'nde Kullanılan Fanyalı Uzatma Ağlarının Av Verimliliklerinin ve Gümüşü Havuz Balığının, *Carassius gibelio* (Bloch,1782) Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması**Bayram KORKMAZ<sup>1\*</sup> , Mete KUŞAT<sup>2</sup> <sup>1</sup>Eğirdir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Isparta, Türkiye<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye\*Sorumlu Yazar: [bayramkorkmaz32@hotmail.com](mailto:bayramkorkmaz32@hotmail.com)**Araştırma Makalesi**

Geliş 27 Mart 2019; Kabul 24 Ağustos 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Korkmaz, B., & Kuşat, M. (2020). Eğirdir Gölü'nde kullanılan fanyalı uzatma ağlarının av verimliliklerinin ve gümüşü havuz balığının, *Carassius gibelio* (Bloch,1782) bazı biyolojik özelliklerinin araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.545305>**Özet**

Bu çalışma 100, 110 ve 120 mm göz açıklığına sahip monofilament ve multifilament yapıda fanyalı uzatma ağlarının av verimliliklerinin karşılaştırılması ve gümüşü havuz balığı *Carassius gibelio*'ya ait bazı biyolojik özelliklerin belirlenmesi amacıyla Nisan-Mayıs 2013 döneminde Eğirdir Gölü'nde yürütülmüştür. Araştırma süresince avlanan gümüşü havuz balıklarının sayıca % 65,09'u monofilament ve % 34,91'i ise multifilament fanyalı ağ grubunda yakalanmıştır. Ağırlıkça dağılımda da yine toplam avın % 64,69'unun monofilament ve % 35,31'inin multifilament fanyalı ağ grubunda ağlarla yakalandığı tespit edilmiştir. Monofilament ve multifilament ağ grupları için CPUE değerleri sırasıyla 60,21 ve 32,87 g/m/operasyon olarak hesaplanmıştır. Avlanan 495 adet *Carassius gibelio*'nun toplam boyları 20,5-35,2 cm ve ağırlıkları ise 205-1219 g aralığında değişmekle birlikte, bunların % 74,13'ünün dişi ve % 25,87'sinin erkek bireylerden oluştuğu tespit edilmiştir. Dişi: Erkek oranı ise 2,87:1 olarak belirlenmiştir. *Carassius gibelio*'ya ait toplam boy-çatal boy ilişkisi, boy-ağırlık ilişkisi ve ortalama kondisyon faktörü sırasıyla  $FL = -0,449 + 0,945TL$ ;  $W = 0,0141FL^{3,1744}$  ( $r^2 = 0,86$ ) ve  $KF = 2,503 \pm 0,011$  olarak bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Eğirdir Gölü, *Carassius gibelio*, av verimliliği, boy-boy ilişkisi, boy-ağırlık ilişkisi**Investigation on Catch Efficiency of Trammel Nets Used in Lake Eğirdir and Some Biological Aspects of Prussian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)****Abstract**

This study was conducted in Eğirdir Lake to compare the catch efficiency of monofilament and multifilament trammel nets having 100, 110, 120 mm mesh sizes, during the April-May 2013 period. In number, 65.09% of catching prussian carps were caught with monofilament and 34.91% were caught with multifilament trammel nets. In weight; 64.69% of catching prussian carps were caught with monofilament and 35.31% were caught with multifilament trammel nets. The CPUE values for monofilament and multifilaments were calculated as 60.21 g/m/operation and 32.87 g/m/operation, respectively. The lengths and weights of 495 *Carassius gibelio* were measured 20.5-35.2 cm and 205-1219 g, respectively. 74.13% of the fishes were female and 25.87% of the fishes were male. The ratio of female: male was determined as 2.87: 1. The length-length relationship, length-weight relationship and the average condition factor of *Carassius gibelio* were determined. These were found as  $FL = -0.449 + 0.945TL$ ,  $W = 0.0141FL^{3.1744}$  ( $r^2 = 0.86$ ) and  $CF = 2.503 \pm 0.011$ , respectively.

**Keywords:** Lake Eğirdir, *Carassius gibelio*, catch efficiency, length-length relationship, length-weight relationship.**GİRİŞ**

Su ürünleri avcılığı, ilk çağlardan itibaren başlayıp günümüze kadar devam eden insanların gıda temini ve geçimini sağlamak için çaba sarf etmesiyle oluşan bir üretim türüdür (Hoşsucu, 1991). İç sularımızda yaygın olarak kullanılan uzatma ağları ile yapılan avcılık, pasif avcılık yöntemi olarak değerlendirilir ve stoktan daha seçici faydalanma imkânı verir (Kara, 1992).

Uzatma ağları kullanılarak yapılan avcılıkta ağ materyali, av verimine etki eden faktörler içerisinde yer alır (Hamley, 1975). Monofilament (misina) ağlar şeffaf olmalarından dolayı multifilament ağlara

oranla balıklar tarafından daha zor görülürler. Bu sebeple monofilament ağların av verimliliği daha yüksektir (Karlsen ve Bjarnason, 1986).

Gümüşi havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) Doğu Asya-Sibirya ve yaygın olarak Avrupa boyunca dağılım gösterir (Kottelat, 1997). Farinks dişlerinin tek sıralı olması ve ağızda bıyık bulunmaması ile sazan balığı *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 türünden ayrılır. Bu balıklar sazanlar gibi durgun sularda ve küçük göletlerde yaşamlarını sürdürmekle birlikte, Mayıs-Haziran dönemi türe ait üreme zamanı olarak bildirilmiştir (Geldiay ve Balık, 1996). Türün Türkiye'deki ilk kaydı ise Trakya Bölgesi'nde Gala Gölü'nde Baran ve Ongan (1988) tarafından bildirilmiş olup, sonraları ülkemizin farklı bölgelerinde bulunduğu dair kayıtlar mevcuttur (Balık vd, 2004; Sarı vd, 2008; Uysal vd, 2015; Birecikligil vd, 2016, Dereli ve Dinçtürk, 2016).

Eğirdir Gölü'nde 1990'lı yılların başlarına kadar uzatma ağı olarak multifilamentler kullanılırken daha sonra monofilamentlerin kullanımı yaygın hale gelmiştir ve gölde *C.gibelio* avcılığında çoğunlukla fanyalı ağlar kullanılmaktadır (Balık ve Çubuk, 2004). Av verimliliğinin tespitinde kullanılan birim çabadaki av miktarı (CPUE: Catch per unit effort), balık stoklarının yapısı ile ilgili yaygın olarak kabul edilen bir göstergedir (Hyvärinen ve Salojärvi, 1991; Pawson, 1991). Buna ek olarak balık türlerine ait hesaplanan boy-ağırlık (LWR) ve boy-boy (LLR) ilişkileri, balık stokları ve populasyonlarının değerlendirilmesinde kullanılan temel değişkenler olarak bilinmektedir (Ricker, 1968). Özellikle boy-ağırlık ilişkisi parametreleri ile verilen bir uzunluğa karşı ağırlığın tahmini ve kondisyon indeksinin tespiti gerçekleştirilmektedir (Petraakis ve Stergiou, 1995). Dolayısıyla bu çalışma ile Eğirdir Gölü'nde *C.gibelio* avcılığında yoğun olarak kullanılan fanyalı ağlara ait av verimliklerinin karşılaştırılması, CPUE değerlerinin tespit edilmesi ve bu türe ait boy-boy ilişkisi, boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörünün belirlenmesi amaçlanarak, mevcut literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın yapıldığı Eğirdir Gölü; Isparta İli'nin Eğirdir, Senirkent, Yalvaç ve Gelendost ilçeleri sınırları dâhilinde yer alan tektonik oluşumlu bir çöküntü gölüdür (Lahn,1948). Ülkemiz gölleri içerisinde tatlı su kaynağı olarak yüzölçümü bakımından ikinci sırada bulunan bu gölün deniz seviyesinden yüksekliği 918 m civarında olup yaklaşık 46000 ha yüzey alanına ve ortalama 8-9 m derinliğe sahiptir (Balık vd., 2006). Bu çalışma derinliği 3-5 m olan Sarıdris Balıkçı Barınağı açıklarında yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma sahası

2013 yılında, Nisan ayında beş ve Mayıs ayında üç olmak üzere toplam sekiz operasyonun gerçekleştirildiği çalışmada; 100, 110 ve 120 mm göz açıklığında tor ağına sahip, donatılmış uzunluğu 100 m olan monofilament ve multifilament yapıda toplam altı takım fanyalı ağ kullanılmıştır. Ağların seçiminde, bölge balıkçılarının kullandığı fanyalı uzatma ağlarının özellikleri göz önüne alınmıştır. Tor ve fanya ağlar E=0,50 donam faktörü ile donatılmıştır. Ağların mantar ve kurşun yaka halatlarının çapı (Ø) 4 mm olup yaka halatları polipropilen materyalden yapılmıştır. Kurşun yakada 30 g ağırlığında füze şeklinde 133 adet kurşun (Pb) batırıcı ve mantar yakada 3 numara içi boş 133 adet plastik yüzdürücü kullanılmıştır. Ağların teknik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kullanılan ağların teknik özellikleri

Ağ Özellikleri	Monofilament			Multifilament		
	100	110	120	100	110	120
Tor ağ ip kalınlığı (mm)	0,2	0,2	0,2	210d2	210d2	210d2
Tor ağ derinliği (göz)	50	50	50	50	50	50
Fanya ağ göz açıklığı (mm)	500	560	500	500	560	500
Fanya ağ ip kalınlığı (mm)	0,37	0,37	0,37	210d6	210d6	210d6
Fanya ağ derinliği (göz)	5	5	6	5	5	6
Ağ derinliği (m)	2,17	2,42	2,6	2,17	2,42	2,6

Kullanılan ağların av verimliliklerinin tespitinde her bir ağ takımı için elde edilen toplam av miktarları sayı (N) ve ağırlık (W) bakımından karşılaştırılmış ayrıca birim çaba başına düşen av (CPUE) değerlerinden faydalanılmıştır. Bir birim uzunluktaki ağın av miktarını gösteren CPUE’nin hesaplanmasında ise aşağıda belirtilen formülden yararlanılmıştır (Hyvärinen ve Salojärvi, 1991).

$$CPUE = \frac{\sum(Y/n)}{N}$$

Y: Bir seferde yakalanan av miktarı (g)

n: Ağ uzunluğu (m)

N: Operasyon sayısı

Avlanan türlerden gümüşü havuz balığı bireylerinin her birinin çatal boy (FL), toplam boy (TL) ve ağırlıkları (W) ölçülmüştür. Boy ölçümlerinde 1 mm hassasiyetli ölçüm cetveli ve ağırlık ölçümlerinde 1 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılmıştır. Eşey tayini gonadların makroskopik incelenmesi ile yapılmıştır. Elde edilen verilerden eşey durumuna göre türe ait boy-boy ilişkisi, boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörü (KF) belirlenmiştir.

Boy-boy ilişkisinin hesaplanmasında toplam boy-çatal boy (TL-FL) ve çatal boy-toplam boy (FL-TL) ilişkisine ait değerler (a ve b: regresyon sabitleri, r<sup>2</sup>: korelasyon katsayısı) doğal regresyon analizi kullanılarak hesaplanmıştır.

Boy-ağırlık ilişkilerini tespit etmek amacıyla;  $W = a \cdot L^b$  eşitliğinden faydalanılmıştır. Bu eşitlikte, W: balığın ağırlığı (g); L: boy (cm); a: balıkların ortalama kondisyon faktörü; b: balığın içinde bulunduğu koşullara göre şeklini gösteren katsayıyı ifade etmektedir (Le Cren, 1951). Çalışmada çatal boy-ağırlık ilişkisi ( $W = a \cdot FL^b$ ) incelenmiştir.

Kondisyon faktörünün hesaplanmasında ise Fulton’un Kondisyon Faktörü eşitliğinden yararlanılmıştır:  $KF = (W/L^3) \times 100$  (Ricker 1975). Bu eşitlikte, W: balığın ağırlığı (g); L: boy (cm) olarak ifade edilmiştir. Bu çalışmada kondisyon faktörü için çatal boy kullanılmıştır.

Elde edilen verilere ait istatistiksel hesaplamalarda Microsoft 2016 Excel programından faydalanılmıştır. Kullanılan monofilament ve multifilament ağların kendi aralarında farklı göz açıklığında elde edilen balıklar için hesaplanan ortalama boy ve ağırlık değerleri arasındaki farklılıkların tespitinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Aynı göz açıklığına sahip monofilament ve multifilament ağlarla elde edilen balıklara ait hesaplanan boy ve ağırlık değerlerinin ortalamaları arasındaki farklılıkların ikili karşılaştırılmasında ise Student t testinden yararlanılmıştır. Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan ortalama boy ve ağırlık değerleri arasındaki farklar ise yine



Student t testi ile belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisine ait belirlenen b değerinin 3'ten farklılığı Pauly (1984)'nin t-testi ile kontrol edilmiştir. Testin yapılmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$t = [SD_{(LogL)} / SD_{(LogW)}] \times [(b - 3) / \sqrt{(1-r^2)}] \times \sqrt{(n-2)}$$

$SD_{(LogL)}$ : Log L nin standart sapması

$SD_{(LogW)}$ : Log W nin standart sapması

n: örnek sayısı

Hesaplanan t değeri, (n-2) serbestlik derecesine göre t tablosunda bulunan değerden büyük ise b parametresi 3'ten farklıdır (Pauly, 1984). Tüm testlerde anlamlılık düzeyi 0,05 olarak belirlenmiştir.

## BULGULAR

### Monofilament ve multifilament fanyalı uzatma ağlarının av verimlilikleri

Araştırmada kullanılan monofilament ve multifilament fanyalı uzatma ağlar ile toplam 495 adet balık yakalanmıştır. Elde edilen türlerin kullanılan ağlara göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Ağlara göre yakalanan balık türleri ve sayıları (N)

Balık Türleri	Monofilament	Multifilament	Toplam
<i>Carassius gibelio</i>	317	170	487
<i>Cyprinus carpio</i>	3	4	7
<i>Vimba vimba</i>	1	0	1
<b>Toplam</b>	<b>321</b>	<b>174</b>	<b>495</b>

Avlanan türlerin çoğunluğunu (%98,4) gümüşü havuz balığı oluşturduğu için söz konusu türe ait kullanılan fanyalı ağların av verimlilikleri karşılaştırılmıştır. Ağ türüne bağlı olarak yakalanan gümüşü havuz balığına ait miktarları sayıca (N) ve ağırlıkça (W) olmak üzere Tablo 3 ve Tablo 4'de sırasıyla verilmiştir.

**Tablo 3.** Ağ materyali ve göz açıklığına göre avlanan gümüşü havuz balıklarının sayıca dağılımı (N: Toplam adet)

Ağ Göz Açıklığı	Monofilament		Multifilament		Toplam	
	N	%N	N	%N	N	%N
100	89	18,28	99	20,33	188	38,61
110	143	29,36	41	8,42	184	37,78
120	85	17,45	30	6,16	115	23,61
<b>Toplam</b>	<b>317</b>	<b>65,09</b>	<b>170</b>	<b>34,91</b>	<b>487</b>	<b>100,00</b>

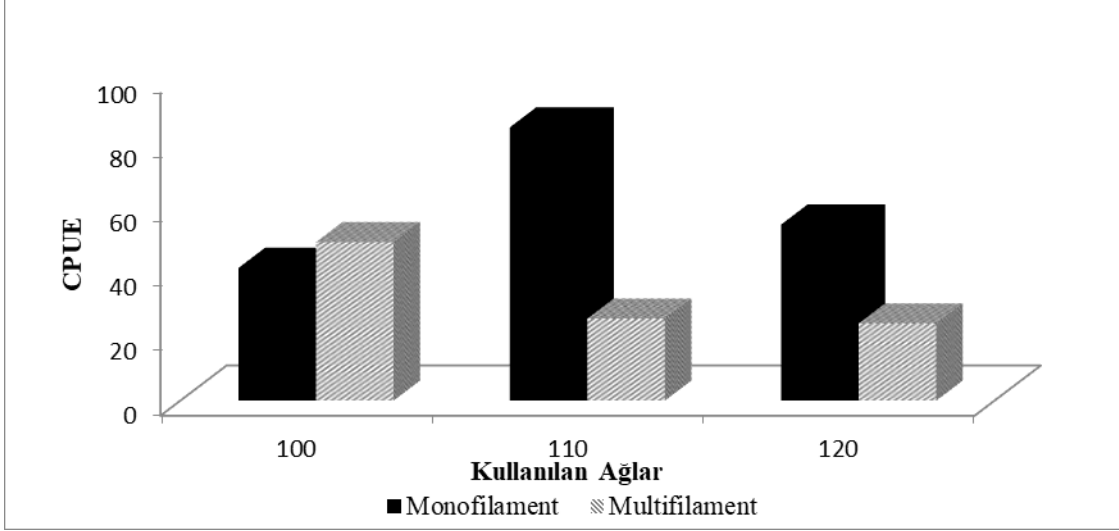
**Tablo 4.** Ağ materyali ve göz açıklığına göre avlanan gümüşü havuz balıklarının ağırlık dağılımı (W: Toplam ağırlık, g)

Ağ Göz Açıklığı	Monofilament		Multifilament		Toplam	
	W	%W	W	%W	W	%W
100	32953	14,75	39351	17,62	72304	32,37
110	67826	30,36	20360	9,11	88186	39,48
120	43715	19,57	19173	8,58	62888	28,15
<b>Toplam</b>	<b>144494</b>	<b>64,69</b>	<b>78884</b>	<b>35,31</b>	<b>223378</b>	<b>100,00</b>

Yapılan toplam 8 operasyon sonucu, her bir ağ grubu için hesaplanan CPUE değerleri Tablo 5 ve Şekil 2'de verilmiştir. 100 mm göz açıklığına sahip ağlar için multifilamentlerin; 110 ve 120 mm göz açıklığındaki ağlar içinse monofilamentlerin CPUE değerleri daha yüksek olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 5.** Ağ grupları için hesaplanan CPUE değerlerinin (g/m/operasyon) karşılaştırılması

Kullanılan Ağlar	Monofilament	Multifilament	Monofilament/ Multifilament
100	41,19	49,19	0,84
110	84,78	25,45	3,33
120	54,64	23,97	2,28
Ort	60,21	32,87	1,83

**Şekil 2.** Ağ grupları için hesaplanan CPUE değerleri

100, 110 ve 120 cm göz açıklığındaki ağların kendi aralarında av verimliliklerin karşılaştırılmasında elde edilen değerler monofilamentler için Tablo 6'da ve multifilamentler için Tablo 7'de yer almaktadır.

**Tablo 6.** Monofilament ağların kendi aralarındaki av veriminin karşılaştırılması

Kullanılan Ağlar	N	% N	Çatal Boy (cm)			W	% W	Ağırlık (g)		Ort±SH
			M in	M ak	Ort±SH			M in	M ak	
100	89	28,08	20,5	30	24,79±0,21	32953	22,8	205	794	370,3±11,5
110	143	45,11	21,2	35,2	26,34±0,15	67826	46,9	211	1209	474,3±9,9
120	85	26,81	23,3	35	27,06±0,22	43715	30,3	281	1059	514,3±14,2
<b>Bütün Ağlar</b>	<b>317</b>	<b>100,00</b>	<b>20,5</b>	<b>35,2</b>	<b>26,10±0,12</b>	<b>144494</b>	<b>100,0</b>	<b>205</b>	<b>1209</b>	<b>455,8±7,4</b>

Monofilament ağlarda yakalanan balıklar için farklı göz açıklıklarında hesaplanan ortalama toplam boy, çatal boy ve ağırlık değerleri arasında önemli farklılıklar vardır ( $p<0,05$ ).

Multifilament ağlarda yakalanan balıklar için farklı göz açıklıklarında hesaplanan ortalama toplam boy, çatal boy ve ağırlık değerleri arasında önemli farklılıklar vardır ( $p<0,05$ ).

Ağ göz açıklığına göre ağ gruplarında yakalanan bireylerin ortalama boy ve ağırlık değerleri karşılaştırması Tablo 8'de yer verilmiştir.

**Tablo 7.** Multifilament ağların kendi aralarındaki av veriminin karşılaştırılması.

Kullanılan Ağlar	N	% N	Çatal Boy (cm)				Ağırlık (g)				
			Min	Mak	Ort±SH	W	% W	Min	Mak	Ort±SH	
100	99	58,24	20,8	31	25,30±0,15	39351	49,88	223	765	397,5±8,2	
110	41	24,12	23,3	32,5	26,69±0,29	20360	25,81	320	963	496,6±19,0	
120	30	17,65	25,3	33,5	28,84±0,34	19173	24,31	425	1110	639,1±24,5	
<b>Bütün Ağlar</b>	<b>170</b>	<b>100,00</b>	<b>20,8</b>	<b>33,5</b>	<b>26,26±0,16</b>	<b>78884</b>	<b>100,00</b>	<b>223</b>	<b>1110</b>	<b>464,0±10,5</b>	

**Tablo 8.** Ağ gruplarında yakalanan bireylerin ortalama boy ve ağırlık değerlerinin karşılaştırılması.

Ağ Göz Açıklığı	Ortalama Çatal Boy (cm)			Ortalama Ağırlık (g)		
	Monofilament	Multifilament	p	Monofilament	Multifilament	p
100	24,79	25,30	0,049<0,05	370,3	397,5	0,052>0,05
110	26,34	26,69	0,289>0,05	474,3	496,6	0,293>0,05
120	27,06	28,84	0,000<0,05	514,3	639,1	0,000<0,05
<b>Bütün Ağlar</b>	<b>26,10</b>	<b>26,26</b>	<b>0,425&gt;0,05</b>	<b>455,8</b>	<b>464,0</b>	<b>0,518&gt;0,05</b>

İstatistiksel olarak, aynı göz açıklığına sahip monofilament ve multifilament ağ grupları ile elde edilen bireylerin ortalama boyları arasında yapılan karşılaştırmada fark, 100 ve 120 mm'lik ağlar için önemli ( $p<0,05$ ), 110 mm'lik ağlar için önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Yine aynı şekilde ortalama ağırlıkları arasında yapılan karşılaştırmada ise fark, 120 mm'lik ağlar için önemli ( $p<0,05$ ); 100 ve 110 mm'lik ağlar için önemsiz olarak tespit edilmiştir.

#### Gümüşi havuz balığının bazı biyolojik özellikleri

Çalışmada, avlanan 487 *C.gibelio*'nun 126'sını erkek ve 361'ini dişi bireyler oluşturmuştur. Eşey durumuna göre elde edilen türe ait çatal boy, toplam boy ve ağırlık değerleri Tablo 9'da yer almaktadır.

**Tablo 9.** Eşey durumuna göre türe ait ortalama çatal boy, toplam boy ve ağırlık değerleri

Eşey Durumu	N	% N	FL (cm)			TL (cm)			W (g)		
			Min	Mak	Ort±SH	Min	Mak	Ort±SH	Min	Mak	Ort±SH
Dişi	361	74,13	20,5	35,2	26,56±0,11	22,2	37,7	28,57±0,12	212	1209	492,7±7,02
Erkek	126	25,87	21,2	29,4	24,99±0,14	22,5	31,7	26,96±0,15	205	619	361,2±6,31

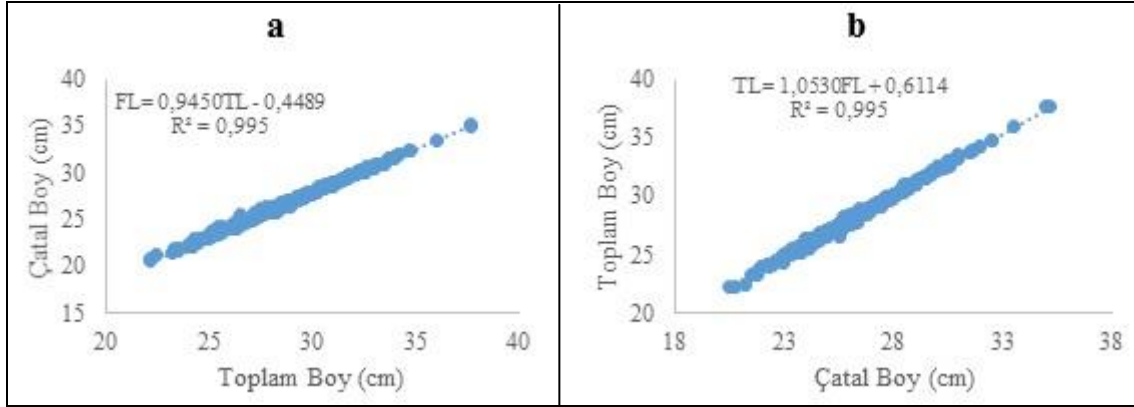
Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan ortalama çatal boy, toplam boy ve ağırlık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ( $p<0,05$ ).

Çatal boy- toplam boy (FL-TL) ve toplam boy-çatal boy (TL-FL) ilişkileri için hesaplanan a, b,  $r^2$  değerleri eşey durumuna göre Tablo 10'da gösterilmiştir. Söz konusu ilişkilerin görsel olarak ifadesi ise Şekil 3'de verilmiştir.

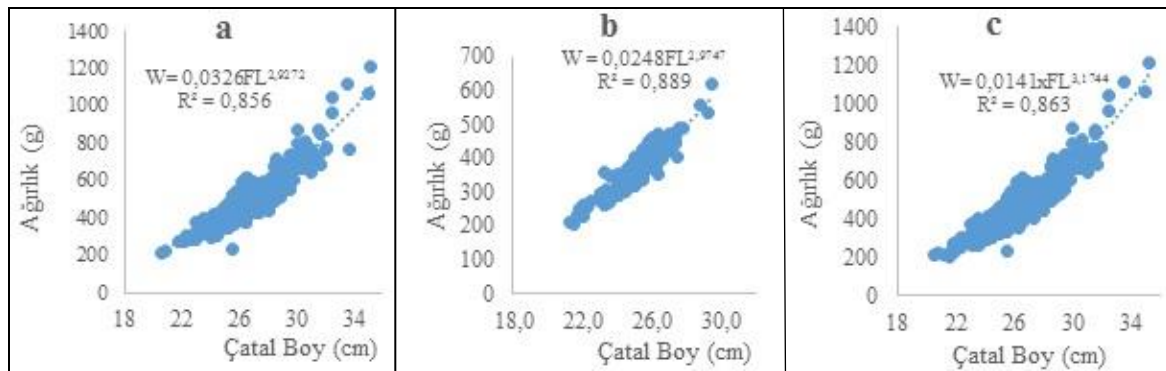
Boy ağırlık ilişkisinde kullanılan a, b ve  $r^2$  değerleri; dişi, erkek ve bütün bireyler olarak hesaplanarak Tablo 11'de ve bu ilişkinin görsel olarak ifadesi Şekil 4'de yer almıştır. Elden edilen b değerinin, dişi ve bütün bireylerde 3'ten farklı olduğu ( $p<0,05$ ); erkek bireylerde ise 3'ten farklı olmadığı ( $p>0,05$ ) tespit edilmiştir.

**Tablo 10.** Eşey durumuna göre boy-boy ilişkilerine ait a, b ve  $r^2$  değerleri

Eşey Durumu	FL=a+bTL			TL=a+bFL		
	a	b	$r^2$	a	b	$r^2$
Dişi	-0,3396	0,9416	0,995	0,4989	1,0557	0,995
Erkek	-0,3756	0,9409	0,992	0,6120	1,0543	0,992
Bütün Bireyler	-0,4489	0,9450	0,995	0,6114	1,0530	0,995

**Şekil 3.** a: Toplam boy – Çatal boy (TL-FL) ve b: Çatal boy – Toplam boy (FL-TL) ilişkileri.**Tablo 11.** *C. gibelio* bireylerinde boy-ağırlık ilişkisine ait a, b ve  $r^2$  değerleri.

Eşey Durumu	$W=a \cdot b^{FL}$				$r^2$
	a	b	% 95 Güven Aralığı (b)		
Dişi	0,0326	2,9272	2,8025	3,0519	0,856
Erkek	0,0248	2,9747	2,7875	3,162	0,889
Bütün Bireyler	0,0141	3,1744	3,0617	3,2871	0,863

**Şekil 4.** a: Dişi bireyler, b: Erkek bireyler ve c: Bütün bireylere ait boy-ağırlık ilişkileri.

*C. gibelio* için tespit edilen kondisyon faktörü, dişilerde 1,417-3,310; erkeklerde 1,940-2,883 ve bütün bireylerde 1,417-3,310 arasında değişim göstermektedir (Tablo 12).

Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan ortalama kondisyon faktörü değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık vardır ( $p < 0,05$ ).

**Tablo 12.** *C.gibelio* bireyelerine ait kondisyon faktörü (KF) değerleri.

Eşey Durumu	N	KF		
		min	mak	ort±SH
Dişi	361	1,417	3,310	2,577±0,013
Erkek	126	1,940	2,883	2,290±0,014
Tüm bireyeler	487	1,417	3,310	2,503±0,011

## TARTIŞMA ve SONUÇ

### Monofilament ve multifilament fanyalı uzatma ağlarının av verimlilikleri

Çalışmada, avlanan 495 balığın %98,4'ünü gümüşi havuz balığı, %1,4'ünü sazan balığı ve %0,2'sini eğrez balığı oluşturmaktadır. Avlanan gümüşi havuz balıklarının sayısal olarak % 65,09'u monofilament ve % 34,91'i multifilament ağlarla yakalanmıştır. Toplam ağırlık olarak ise % 64,69'u monofilament ve % 35,31'i multifilament ağlarla yakalanmıştır. Sürer ve Kuşat (2013) Eğirdir Gölü'nde yaptıkları çalışmada aynı türün sayısal olarak % 77,41'inin monofilament ve %22,59'unun multifilament ağlarla yakalandıklarını, ağırlık olarak ise % 73,55'inin monofilament ve % 26,45'inin multifilament ağlarla avlandıklarını bildirmişlerdir. Aydın vd. (2006) ise Ege Denizi'nde yapılan bir çalışmada av miktarına ait oranları monofilament ve multifilament ağlar için sırasıyla sayıca % 78,6 ve % 21,4; ağırlıkça % 74,22 ve % 25,78 olarak tespit etmişlerdir. Balık (2001)'da Beyşehir Gölü'nde yapmış olduğu çalışmada, ağırlık olarak toplam avın % 67,22'sinin monofilament ve % 32,78'inin multifilament ağlarla yakalandığını raporlamıştır. Burada sunulan çalışmanın sonuçları ile bahsi geçen çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında, elde edilen bulguların birbirleriyle paralellik gösterdikleri anlaşılmaktadır.

Monofilament ve multifilament ağ grupları için toplam CPUE değerleri sırasıyla 60,21 ve 32,87 g/m/operasyon olarak hesaplanmıştır. Ağ göz açıklığına göre incelendiğinde ise en yüksek CPUE değeri 84,78 g/m/operasyon ile 110 mm göz açıklığında monofilament ağda ve en düşük 23,97 g/m/operasyon ile de 120 mm göz açıklığında multifilament ağda tespit edilmiştir. Bununla birlikte toplam olarak CPUE değeri için monofilament/ multifilament oranı 1,83 olarak hesaplanmıştır. Bu oranı Balık (2001) 2,01 olarak Aydın vd. (2006) ise 2,76 olarak hesaplamışlardır. Yapılan bu çalışma dahil söz konusu çalışmalardan da anlaşılacağı üzere monofilament ağların av veriminin multifilament ağlardan daha fazla olduğu görülmektedir.

Monofilament ağ gözleri içerisinde av verimleri incelendiğinde sayıca (%45,11) ve ağırlıkça (%46,9) 110 mm göz açıklığına sahip ağlarla en fazla avın yakalandığı tespit edilmiş olup, multifilamentlerde ise en fazla avın sayıca (%58,24) ve ağırlıkça (%49,88) 100 mm göz açıklığına sahip ağlarla elde edildiği belirlenmiştir. 80, 90, 100, 110 ve 120 mm göz açıklığına sahip monofilament ve multifilament sade ağlar kullanılarak Sürer ve Kuşat (2013) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da, sayıca ve ağırlıkça monofilamentlerde en fazla avın 90 mm, multifilamentlerde ise 100 mm göz açıklığına sahip ağlarla yakalandığı bildirilmiştir. Bunlara ek olarak sunulan bu çalışmada da göz açıklığına bağlı olarak boy ve ağırlık değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ağ materyalinin farklılığı, avlanan balıkların boy ve ağırlık değerlerini de etkilemektedir. Toplamda multifilamentlerde belirlenen boy ve ağırlık değerleri monofilamentlerden daha yüksek bulunmuştur (Tablo 8). Benzer durumu Sürer ve Kuşat (2013) da çalışmalarında belirlemişlerdir; ayrıca ortalama boy ve ağırlık değerleri 80, 90 ve 110 mm göz açıklığına sahip monofilamentler için; 100 ve 120 mm göz açıklığına sahip multifilamentler için daha yüksek tespit etmişlerdir.

### Gümüşi havuz balığının bazı biyolojik özellikleri

Çalışmada, avlanan 361 adet dişi balığın boyları 20,5-35,2 cm ve ağırlıkları 212-1209 g arasında değişirken 126 adet erkek balığın boyları 21,2-29,4 cm ve ağırlıkları 205-619 g arasında değişim göstermiştir. Bütün bireyelerde ise boyları 20,5-35,2 cm ve ağırlıkları 205-1219 g aralığında ölçülmüştür. Avlanan gümüşi havuz balığının %74,13'ünü dişi ve %25,87'sini erkek bireyeler oluşturmuştur. Dişi:Erkek oranı 2,87:1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada olduğu gibi Şalşı (2015), Saç ve Okgerman (2015), Sarı vd. (2008), Balık vd. (2004), Yazıcıoğlu vd. (2013)'ün çalışmasında da dişi oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Ancak Bostancı vd. (2007) ve Dereli ve Dinçtürk (2016)'nın bulgularında bu çalışmanın aksine erkek oranı daha fazla bulunmuştur (Tablo 13).

**Tablo 13.** Gümüşü havuz balığı dişi:erkek oranlarına ait çalışmalar.

Araştırma Sahası	Ağ göz açıklığı (Min-Mak) (mm)	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Dişi (%)	Erkek (%)	Dişi:Erkek	Kaynak
Eğirdir Gölü	36-140	9,0-33,0	-	53,4	46,6	1,15:1,0	Balık vd. (2004)
Eğirdir Gölü	36-64	8,2-28,1	17-732	40,64	59,36	0,69:1,00	Bostancı vd. (2007)
Buldan Barajı	72-112	9,7-25,5	23,6-	99,44	0,56	177,6:1,0	Sarı vd. (2008)
Ladik Gölü	17-80	13,4-26,5	58-550	93,5	6,5	14,4:1,0	Yazıcıoğlu vd. (2013)
Seyitler Barajı	50-90	14,8-32,5	43,1-	-	-	5,1:1:0	Bulut vd. (2013)
B.Menderes Havzası	18-45	23,8-29,5	356,3-	98,84	1,16	85,2:1,0	Şalış (2015)
Büyükçekmece Gölü	20-100	4,4-31,4	1,44-	-	-	20,1:1,0	Saç ve Okgerman (2015)
Beyşehir Gölü	30-120	8,5-28,4	15-408	47,6	52,4	0,91:1,00	Dereli ve Dinçtürk (2016)
<b>Eğirdir Gölü</b>	<b>100-120</b>	<b>20,5-35,2</b>	<b>205-1219</b>	<b>74,13</b>	<b>25,87</b>	<b>2,87:1,00</b>	<b>Bu çalışma</b>

Boy-boy ilişkisine ait elde edilen  $r^2$  değerleri incelendiğinde, toplam boy ile çatal boy arasında kuvvetli ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Gümüşü havuz balığının toplam boy-çatal boy ilişkisine ait bulunan a, b ve  $r^2$  değerleri, Saç ve Okgerman (2016)'nın çalışmasındaki değerler ile benzer bulunmuştur. Çatal boy-toplam boy ilişkisine ait tespit edilen değerler ise Yazıcıoğlu vd. (2013) çalışmasındaki değerlerle karşılaştırılmış olup a değeri ters işaretli çıkarken b ve  $r^2$  değerleri benzer tespit edilmiştir (Tablo 14).

**Tablo 14.** Gümüşü havuz balığı boy-boy ilişkileri (toplam boy-çatal boy ve çatal boy-toplam boy ilişkisi) ile ilgili çalışmalar.

İlişki	N	a	b	$r^2$	Kaynak
FL=a+b.TL	395	-0,0450	0,9120	0,998	Saç ve Okgerman (2016)
	<b>487</b>	<b>-0,4489</b>	<b>0,9450</b>	<b>0,995</b>	<b>Bu çalışma</b>
TL=a+b.FL	155	-0,131	1,10	0,993	Yazıcıoğlu vd. (2013)
	<b>487</b>	<b>0,6114</b>	<b>1,06</b>	<b>0,995</b>	<b>Bu çalışma</b>

Eğirdir Gölü'nde yakalanan 487 adet gümüşü havuz balığının boy-ağırlık ilişkisine ait a, b ve  $r^2$  değerleri sırasıyla 0,0141; 3,1744 ve 0,863 olarak tespit edilmiştir. Avşar (2005) tarafından farklı türlerde "b" değerinin 2,5 ile 3,5 arasında değiştiği, balık popülasyonunda  $b=3$  ise izometrik,  $b>3$  ise pozitif allometrik ve  $b<3$  ise negatif allometrik büyümenin olduğu ifade edilmiştir. Çalışmamızda bulunan b değeri 3'den büyük olduğu için tür pozitif allometrik büyüme göstermektedir. Balık vd. (2004), İzci (2004), Bostancı vd. (2007), Uysal vd. (2015), İnhal (2012), Saç ve Okgerman (2015) tarafından yapılan çalışmalarda da bu çalışmada olduğu gibi  $b>3$  olarak belirlenmiştir. Ancak Sarı vd. (2008), Bulut vd. (2013), Şalış (2015), Ergüden (2015), Dereli ve Dinçtürk (2016), Birecikligil vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise bu çalışmanın aksine  $b<3$  olarak tespit edilmiştir. (Tablo 16). Elde edilen değerler aynı sahada yapılan çalışmalarla benzer iken farklı sahalardaki çalışmalarla değişkenlik göstermektedir ve bu durum balığın büyümesine direkt etkide bulunan çevre şartlarının değişkenliği (su sıcaklığı, yenen besin miktarı ve besinin kalitesi) nedeniyle olağan kabul edilebilir (Avşar 2005; Bök vd. 2011).

Elde edilen ortalama kondisyon faktörleri diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında söz konusu değerlerin aynı sahada çalışma yapan Balık vd (2004) ve Bostancı vd.(2007)'nin değerleri ile benzerlik göstermekte olduğu, buna karşılık farklı sahalarda çalışan Bulut vd. (2013), Saç ve Okgerman (2015) ve Uysal vd. (2015)'nin değerlerinden ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 16).

**Tablo 15.** Gümüşü havuz balığı boy-ağırlık ilişkisine ait değerlerin diğer çalışmalarla karşılaştırılması.

Araştırma Sahası	N	a	b	r <sup>2</sup>	Kaynak
Eğirdir Gölü	616	0,0165	3,152	0,999	Balık vd. (2004)
Eğirdir Gölü	342	0,0210	3,060	0,950	İzci (2004)
Eğirdir Gölü	283	0,0151	3,177	0,980	Bostancı vd. (2007)
Buldan Barajı	2325	0,0310	2,870	0,985	Sarı vd. (2008)
Aksu Nehri	128	0,0138	3,114	0,976	İnnal (2012)*
Seyitler Barajı	149	0,0274	2,938	0,813	Bulut vd. (2013)*
B.Menderes Havzası	172	0,0362	2,880	0,996	Şalış (2015)
Seyhan Nehri	317	0,0673	2,571	0,912	Ergüden (2015)
Büyükçekmece Gölü	487	0,0150	3,134	0,996	Saç ve Okgerman (2015)
İznic Gölü	3114	0,0158	3,125	0,993	Uysal vd. (2015)
Beyşehir Gölü	1868	0,0175	2,959	0,925	Derele ve Dinçtürk (2016)*
Kızıllırmak Nehri	144	0,0230	2,856	0,850	Birecikligil vd. (2016)*
<b>Eğirdir Gölü</b>	<b>487</b>	<b>0,0141</b>	<b>3,174</b>	<b>0,863</b>	<b>Bu çalışma</b>

\*Çalışmalarda toplam boy kullanılmıştır.

Gümüşü havuz balığı için boy, ağırlık, kondisyon faktörü, dişi-erkek oranı, boy-ağırlık ilişkisine ait elde edilen değerlerin diğer çalışmalarla karşılaştırılmasında ortaya çıkan bazı farklılıkların türün yaşam ortamı, örnekleme sayısı, örnekleme zamanı ve örneklemede kullanılan av araçlarından kaynaklandığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

**Tablo 16.** Gümüşü havuz balığının eşey durumuna göre ortalama kondisyon faktörlerinin diğer çalışmalar ile karşılaştırılması.

Araştırma Sahası	KF			Kaynak
	Dişi	Erkek	Tümü	
Eğirdir Gölü	2,591	2,401	2,498	Balık vd. (2004)
Eğirdir Gölü	2,631	2,461	2,525	Bostancı vd. (2007)
Büyükçekmece Gölü	2,220	2,110	2,260	Saç ve Okgerman (2015)
İznic Gölü	2,361	2,289	2,350	Uysal vd. (2015)
Seyitler Barajı	2,342	2,064	2,276	Bulut vd. (2013)
<b>Eğirdir Gölü</b>	<b>2,577</b>	<b>2,290</b>	<b>2,503</b>	<b>Bu çalışma</b>

Sonuç olarak; Eğirdir Gölü'ne sonradan aşıl原因an gümüşü havuz balığı, zamanla göle uyum sağlayarak baskın tür haline gelmiştir ve hâlihazırda yöre balıkçısı tarafından ticari avcılığı yapılarak ekonomik gelirine katkı sağlamaktadır. Eğirdir Gölü'nde monofilament ağların kullanımı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2012 yılında Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 3/1 Numaralı Tebliğ ile yasaklanmış ve 2016 yılında 4/1 Numaralı Tebliğ ile serbest bırakılmıştır. Çalışmada avlanan gümüşü havuz balığı için monofilament ağların CPUE değerlerinin yüksek çıkması, aynı avı yakalamak için multifilament ağlara göre daha az miktarda monofilament ağ kullanılması gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte multifilament ağların temizliğinin daha zor olduğu da bilinen bir gerçektir. Bu sebeple hem avcı çabası hem de harcanan ağ giderleri açısından gölde balıkçılar tarafından monofilament ağların kullanılmasının daha ekonomik ve uygun olacağı sonucu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Avşar, D. (2005). Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Aydın, İ., Metin C., & Gökçe, G. (2006). Barbunya galsama ağlarında kullanılan poliamid monofilament ve multifilament ağ ipinin av kompozisyonuna olan etkisi. EÜ Su Ürünleri Dergisi, *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23 (3-4), 285-289.
- Balık, İ. (2001). Comparison of Seasonal Catch Per Unit Efforts for Mono and Multifilament Trammel Nets in Lake Beyşehir. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1, 17-21.
- Balık, İ., Özkök, R., Çubuk, H., & Uysal, R. (2004). Investigation of Some Biological Characteristics of the Silver Crucian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch 1782) Population in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Zoology*, 28, 19-28.
- Balık, İ., & Çubuk, H. (2004). Effect of net twine on efficiency of trammel nets for catching carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Lake Beyşehir and silver srucian sarp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4 (1), 39-44.

- Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, R. (2006). Eğirdir Gölü Balık Faunası ve Balıkçılığı: Sudak Balığının (*Sander Lucioperca* (Linnaeus, 1758)) Aşılındığı 1950'li Yıllardan Günümüze Değişimler. I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, 07-09 Şubat, Antalya, 105-118.
- Baran, İ., & Ongan, T. (1988). Gala Gölü'nün limnolojik özellikleri, balıkçılık sorunları ve öneriler. Gala Gölü Sorunları Sempozyumu, İstanbul, Türkiye.
- Birecikligil, S.S., Çiçek, E., Öztürk, S., Seçer, B., & Celepoğlu, Y. (2016). Length-length, length-weight relationship and condition factor of fishes in Nevşehir Province, Kızılırmak River Basin (Turkey). *Acta Biologica Turcica*, 29 (3), 72-77.
- Bostancı, D., Polat, N., Kandemir, Ş., & Yılmaz, S. (2007). Determination of condition factor and length-weight relationship of the Crucian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) inhabiting Bafra fish lake. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2 (2), 117-125.
- Bök, T. D., Göktürk, D., Kahraman, A. E., Alıçlı, T. Z., Acun, T., & Ateş, C. (2011). Length-Weight Relationships of 34 Fish Species from the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(23), 3037-3042.
- Bulut, S., Mert, R., Algan, B., Özbek, M., Ünal, B., & Konuk, M. (2013). Several growth characteristics of an invasive Cyprinid fish (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). *Notulae Scientia Biologicae*, 5 (2), 133-138.
- Dereli, H., & Dinçtürk, E. (2016). Population Structure and Some Growth Properties of Gibel Carp (*Carassius gibelio*) in a Mesotrophic Lake. *Notulae Scientia Biologicae*, 8 (3), 286-291.
- Ergüden, S.A. (2015). Age and growth properties of Prussian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) living in the middle basin of Seyhan River in Adana, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 47 (5), 1365-1371.
- Geldiay, R., & Balık, S. (1996). *Türkiye Tathsu Balıkları*. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No:97, 532 s., İzmir.
- Hamley, J. M. (1975). Review of gillnet selectivity. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32 (11), 1943-1969.
- Hoşsucu, H. (1991). *Balıkçılık (Av Araçları ve Avlanma Yöntemleri)*. Ders Kitabı. E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu Yayınları, N:22, Bornova-İzmir.
- Hyvärinen, P., & Salojärvi, K. (1991). *The applicability of catch per unit effort (CPUE) statistics in fisheries management in Lake Dulujärvi, Northern Finland*. Catch effort sampling strategies, chapter 23, 241-261.
- Innal, D. (2012). Age and growth properties of *Carassius gibelio* (Cyprinidae) living in Aksu River Estuary (Antalya-Turkey). *Review of Hydrobiology*, 5 (2), 97-109.
- İzci, L. (2004). Eğirdir Gölü *Carassius auratus* (L.,1758)'larının Bazı Populasyon Parametreleri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 23-27.
- Kara, A. (1992). *Ege bölgesi uzatma ağıları ve uzatma ağıları balıkçılığının geliştirilmesi üzerine araştırmalar*. EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bornova-İzmir.
- Karlsen, L., & Bjarnason, B. A. (1986). Small-scale fishing with driftnets. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 284. 64 pp.
- Kottelat, M., 1997. European Freshwater Fishes. *Biologia*, 52 (5), 1-271.
- Lahn, E. (1948). *Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında Bir Etüd*. MTA Yayınları, B, 12, 178 s.
- Le Cren, E.D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycles in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-218.
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators*. ICLARM Studies and Reviews 8.
- Pawson, M.G. (1991). *The relationship between catch, effort and stock size in put-and-take trout fisheries, its variability and application to management*. Catch Effort Sampling Strategies, Chapter 6, 72-80.
- Petrakis, G., & Stergiou, K.I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21, 465-469.
- Ricker, W. E. (1968). *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters*. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Ricker, W.E. (1975). Computations and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, Bulletin 191, Ottawa. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/1485.pdf>.
- Saç, G., & Okgerman, H. (2015). Growth and reproduction of a non-native fish species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Büyükçekmece Lake (İstanbul, Turkey). *Istanbul University Faculty of Science Journal of Biology*, 74 (1), 1-12.
- Saç, G., & Okgerman, H. (2016). Büyükçekmece Rezervuarı (İstanbul, Türkiye)'ndeki Bazı Balık Türlerinin Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri ile Kondisyon Faktörleri. *LimnoFish*, 2 (1), 43-48.
- Sarı, H.M., Balık, S., Ustaoglu, M.R., & İlhan, A. (2008). Population structure, growth and mortality of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Buldan Dam Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1), 25-29.
- Şalış, H. (2015). Growth and Condition of Invasive Species Prussian Carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in a Dam Lakes from Buyuk Menderes Basin (Turkey). *Mugla Journal of Science and Technology*, 1 (2), 6-10.



- Sürer, M.İ., & Kuşat, M. (2013). Eğirdir Gölü'nde Monofilament ve Multifilament Sade Uzatma Ağlarının Av ve Ekonomik Verimliliklerinin Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17 (1), 43-48.
- Uysal, R., Alp, A., Yeğen, V., Apaydın Yağcı, M., Çetinkaya, S., Yağcı, A., Bostan, H., Cesur, M., & Küçükpara, R. (2015). The Growth Properties of Prussian Carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) Population in İznik Lake (Bursa/Turkey). *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1 (1), 19-27.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R., & Polat, N. (2013). Ladik Gölü (Samsun-Türkiye)'nde yaşayan havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin kondisyon faktörü, boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (9), 72-80.

## Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan Elde Edilen Balık Köftelerinde Biberiye ve Defne Uçucu Yağlarının Mikrobiyolojik ve Duyusal Kaliteye Etkisi

Ergül KESER<sup>1\*</sup>, Levent İZCİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyonkarahisar Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Afyonkarahisar, Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye

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

**Araştırma Makalesi**

Geliş 09 Mayıs 2019; Kabul 04 Aralık 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Keser, E., & İzci, L. (2020). Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan elde edilen balık köftelerinde biberiye ve defne uçucu yağlarının mikrobiyolojik ve duyusal kaliteye etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 13-21. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.562381>

### Özet

Bu çalışmada, gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan elde edilen balık köftelerinin mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine biberiye ve defne uçucu yağlarının etkileri araştırılmıştır. Gökkuşığı alabalığı filetoları kıyma haline getirilmiş ve farklı katkı maddeleri ilave edilerek kontrol grubu (Kk), biberiye uçucu yağı ilave edilmiş grup (Bk) ve defne uçucu yağı ilave edilmiş grup (Dk) olmak üzere üç balık köftesi grubu oluşturulmuştur.

Tüm köfte örnekleri 4±1°C'de muhafaza altına alınarak periyodik olarak mikrobiyolojik ve duyusal olarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, çiğ balık etinde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı 5,24±0,04 log kob/g, toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısı 4,22±0,02 log kob/g olarak belirlenmiştir. Çiğ balık etindeki TMAB ve TPAB sayısı köfte yapımıyla birlikte tüm köfte örneklerinde (Kk, Bk ve Dk) azalmış, Dk grubu köfte örneklerinde TPAB için, Bk grubu köfte örneklerinde TMAB ve TPAB için bu azalma örneklerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Panelistlerin 1. gün değerlendirmesi sonucunda Bk ve Dk köfte örneklerinin genel beğenisinin Kk köfte örneklerine göre daha iyi olduğu belirlenmiştir. Tüm köfte grupları içerisinde Dk köfte örneklerinin genel olarak panelistlerce daha fazla beğenildiği saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Oncorhynchus mykiss*, balık köftesi, uçucu yağ, mikrobiyolojik kalite, duyusal kalite.

### Effect of Rosemary and Laurel Essential Oils on Microbiological and Sensory Quality in Fish Ball From Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

#### Abstract

In this study, the effects of rosemary and laurel essential oils on microbiological and sensory properties of fish balls obtained from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) were investigated. The rainbow trout filets were minced and three fish ball groups were formed with different additives as control group (Kk), rosemary essential oil added group (Bk) and laurel essential oil added group (Dk).

All fish ball samples were kept at 4±1°C and periodically evaluated as microbiological and sensory. According to the results of the study, the total number of mesophilic aerobic bacteria (TMAB) in the raw fish meat was 5.24±0.04 log cfu/g, and the total number of psychrophilic aerobic bacteria (TPAB) was 4.22±0.02 log cfu/g. The number of TMAB and TPAB in raw fish meat decreased with fish balls in all fish ball samples (Kk, Bk and Dk), this decrease was found to be statistically significant for TPAB in Dk group fish ball samples, TMAB and TPAB in Bk group fish ball samples (P<0.05).

According to the 1st day evaluation of the panelists, it was determined that the overall acceptability of Bk and Dk fish ball samples were better than Kk fish ball samples. It was found that the panelists generally more liked the Dk fish ball samples than others in all the fish ball groups.

**Keywords:** *Oncorhynchus mykiss*, fish ball, essential oil, microbiological quality, sensory quality.

### GİRİŞ

Günümüzde insanlarda ısıt-ye tarzı beslenmeye yönelim artmış ve bu tarz beslenme ülkemizde de azımsanmayacak seviyeye gelmiştir. Ancak, sağlıklı beslenmenin önemi anlaşılacak sağlıklı gıdalara

yönelim artmıştır. Çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan su ürünleri beslenme diyetlerinde ilk başlarda gelen gıdalardandır (Kaya vd., 2004). İş hayatında çalışan kadın sayısının artmasıyla, pratik hazırlanıp pişirilen, sentetik katkı maddesi içermeyen, doğal, tüketime hazır işlenmiş ürünlere olan talep gün geçtikçe artmaktadır.

Su ürünlerinin farklı lezzet ve çeşitlerde tüketime sunulmasına yönelik çok değişik çalışmalar vardır. Su ürünleri kullanılarak yapılan hazır yiyeceklere balıktan sosis, gevrek, cips, börek, fish finger, paté, midye dolması, burger örnek verilebilir (Oğuzhan ve Yangılar, 2014). İzci vd., (2016)'nın hamsi balığından yaptıkları balık döneri ile İzci ve Bilgin (2015)'in balık krakeri de su ürünlerinde hazır tüketim çeşitlerine örneklerdir.

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan gökkuşağı alabalığı canlı, taze soğutulmuş, dondurulmuş, füme, füme konserve olarak yurt içi ve yurt dışına pazarlanmaktadır. Son zamanlarda alabalık havyarı da işlenerek tüketime sunulmaya başlanmıştır. Ayrıca, gökkuşağı alabalığı kullanarak balık pastırması (Yapar, 1993; Ersoy ve Demirkıran, 2014), balık dolması (Metin, 2003), balık döneri (Şimşek ve Kılıç, 2011), paté (Ünlüsayın vd., 2007), jambon (Eren, 2011), sosis (Dinçer, 2008), köfte (Öksüztepe vd., 2010), kroket (Berik vd., 2011; Çankırılıgil ve Berik, 2017), balık kraker (Cıvıdır, 2011), alabalık milföy böreği (Kaba vd., 2013), alabalık keki (İnanlı vd., 2011), alabalık havyarı (Özpolat ve Patır, 2009) gibi ürün yelpazesinin genişletilmesi konusunda önemli çalışmalar yapılmıştır.

Su ürünleri protein değeri yüksek, omega-3 serisi çoklu doymamış yağ asitlerine sahip, çeşitli vitamin ve mineralleri içeren, beslenmemizde büyük önem taşıyan, sindirilme derecesi yüksek olan gıda maddelerinden biridir (Turan vd., 2006). Balık yağında bulunan omega-3 yağ asitlerinin kalp hastalıklarından kansere olmak üzere birçok hastalıkta olumlu etkileri bildirilmiştir (Mol, 2008). Buna karşın balık eti, bağ dokusunun zayıf ve enzim aktivitesinin yüksek olması nedeniyle de bozulmalara karşı çok hassastır (Ufuk ve Sarımehtemtoğlu, 2016).

Son yıllarda doğal antimikrobiyal katkı maddelerine olan ilgi artmıştır (Tiwari vd., 2009). Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitkiler ile bunlardan elde edilen aktif maddeler üzerindeki çalışmalara daha çok yönelim başlamıştır. Bitkilerin antimikrobiyal bileşikleri çoğunlukla uçucu yağ kısmında bulunmakta olup; uçucu yağlar genellikle su buharı distilasyonu şeklinde elde edilirler. Fenolik maddelerin antimikrobiyal aktivitelerini etkileyen faktörlerden bazıları; proteinler, lipitler, tuzlar, pH, ve sıcaklıktır. Uçucu yağ bileşenlerinin çoğu, ayrı ayrı denendiklerinde antimikrobiyal etki göstermekte, hatta yağ bileşenlerinin karışım halinde kullanımı bu etkiyi daha da çok arttırmaktadır. Diğer yandan uçucu yağlar tedavi edici, antiseptik ve antibiyotik özellik gösterirler (Öz, 2017).

Yaptığımız bu çalışmada ülkemizde yetiştiriciliği en fazla yapılan, her zaman kolay ulaşılabilen, et verimi yüksek bir balık türü olan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan elde edilen köftelerde defne ve biberiye uçucu yağlarının mikrobiyolojik ve duyu kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmamızda kullanılan ortalama 35,02±0,13 cm toplam boy ve 467,22±13,01 g ağırlığa sahip gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*) Su Ürünleri Tesisinden (Yapağılı/Dinar/Afyonkarahisar) temin edilerek derisiz filetoları çıkartılmıştır. Elde edilen filetolar strafot kutularda soğuk zincir kuralları çerçevesinde Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına getirilmiş ve buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

### Balık Kıyması ve Köftelerinin Hazırlanması

Derisiz gökkuşağı alabalığı filetoları mikser ile kıyma haline getirilmiştir. Elde edilen balık kıymasının bir kısmı çiğ (Çb) olarak diğer kısmı ise her biri 1200 g olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Çalışma öncesinde, biberiye ve defne uçucu yağ katkılı balık köftelerinin hazırlanmasında kullanılacak olan uçucu yağ miktarlarının belirlenmesine yönelik ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışma sonucunda 100 g balık kıymasına 20 µl oranında uçucu yağ ilave edilen köfte örnekleri panelistlerce beğenilmiş ve çalışmada köftelerin hazırlanmasında bu sonuç dikkate alınmıştır.

1200 g balık kıymasına 120 g galeta unu, 24 g tuz, 6 g kimyon, 6 g tatlı toz kırmızı biber, 6 g yeni bahar, 6 g toz karabiber, 15 g sarımsak tozu ve 12 g ayçiçek yağı ilave edilerek kontrol grubu (Kk) oluşturulmuştur. Yukarıda belirtilen aynı miktardaki balık kıyması ve katkılara ilave olarak köfte içeriğinde yer alan 12 g ayçiçek yağı ile 240 µl biberiye uçucu yağı ve yine köfte içeriğinde yer alan 12 g ayçiçek yağı ile 240 µl defne uçucu yağı birlikte ayrı ayrı tüberlerde 3000 rpm'de 30 sn

vortekslenerek biberiye uçucu yağı içeren grup (Bk) ve defne uçucu yağı içeren grup (Dk) oluşturulmuştur. Hazırlanan Kk, Bk ve Dk köfte grupları homojen bir karışım elde edilinceye kadar yoğurulmuştur. Tüm köfte örnek grupları 1 saat buzdolabında aromanın oturması için dinlendirilmiş ve köfte hamurlarından  $30\pm 3$ g köfteler elde edilmiştir. Elde edilen tüm gruplara ait balık köfteleri strafor tabaklar üzerine sıralanarak şeffaf kilitli buzdolabı poşetlerine yerleştirilmiş ve  $4\pm 1$  °C'de muhafaza altına alınmıştır.

### Mikrobiyolojik analiz

Mikrobiyolojik analizler için, 10 g örnek steril bölmeli stomacher poşetine alınmış ve üzerine 90 ml steril buffer pepton water ilave edilerek stomacher (BagMikser 400, France) ile 90 sn homojenize edilmiştir. Bütün örneklerde toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayıları belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde Plate Count Agar kullanılmıştır. Plaklar TMAB için  $30\pm 1$  °C'de 3 gün, TPAB için  $4\pm 1$  °C'de 10 gün süreyle inkübe edilmiştir. Elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçlar log kob/g olarak ifade edilmiştir (Arslan vd., 1997; Patır ve Duman, 2006; Diler vd., 2008).

### Duyusal analiz

Duyusal analizde, Kk, Bk ve Dk örnekleri kızgın ( $180$  °C) derin ayçiçek yağında iki yüzü kahverengileşinceye kadar (5 dk) kızartılarak 10 panelistin duyusal değerlendirmesine sunulmuştur. Köfte örneklerinin duyusal kalitenin belirlenmesinde renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni özelliklerinden faydalanılmış (Taşkaya vd., 2003; Tokur vd., 2006; Kenar, 2009) panelistlerce 1-9 puan arasında değerlendirilmiştir. Örneklerin değerlendirmesinde  $\leq 3$  ve aşağısında puan, bozulmuş olarak kabul edilmiştir.

### İstatistiksel analiz

Araştırmamızdan elde edilen veriler, SPSS 9.0 istatistik paket programı ile varyans analizine (one-way ANOVA) tabi tutulup, önemli varyans kaynaklarına ait ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile  $P=0,05$  güven aralığında karşılaştırılmıştır.

### Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

Mikrobiyolojik analizleri yapılan Kk, Bk ve Dk örneklerinde muhafaza süresince TMAB ve TPAB sayılarındaki değişimler Tablo 1, 2, 3'te verilmiştir.

**Tablo 1.** Kk örneklerine ait TMAB ve TPAB sayısındaki değişimler (log kob/g)

Gün	TMAB	TPAB
Çb	$5,24\pm 0,04^c$	$4,22\pm 0,02^b$
1 (Kk)	$5,08\pm 0,06^c$	$3,94\pm 0^b$
7(Kk)	$7,79\pm 0^b$	$7,95\pm 0,28^a$
14(Kk)	$9,02\pm 0,04^a$	$8,46\pm 0,01^a$

Çb: Çiğ balık, Kk: Kontrol köfte. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki fark vardır ( $P<0,05$ ).

**Tablo 2.** Bk örneklerine ait TMAB ve TPAB sayısındaki değişimler (log kob/g)

Gün	TMAB	TPAB
Çb	$5,24\pm 0,04^c$	$4,22\pm 0,02^b$
1 (Bk)	$4,88\pm 0,07^d$	$3,47\pm 0,10^c$
7(Bk)	$6,17\pm 0,06^b$	$8,21\pm 0,13^a$
14(Bk)	$8,67\pm 0,06^a$	$8,22\pm 0,02^a$

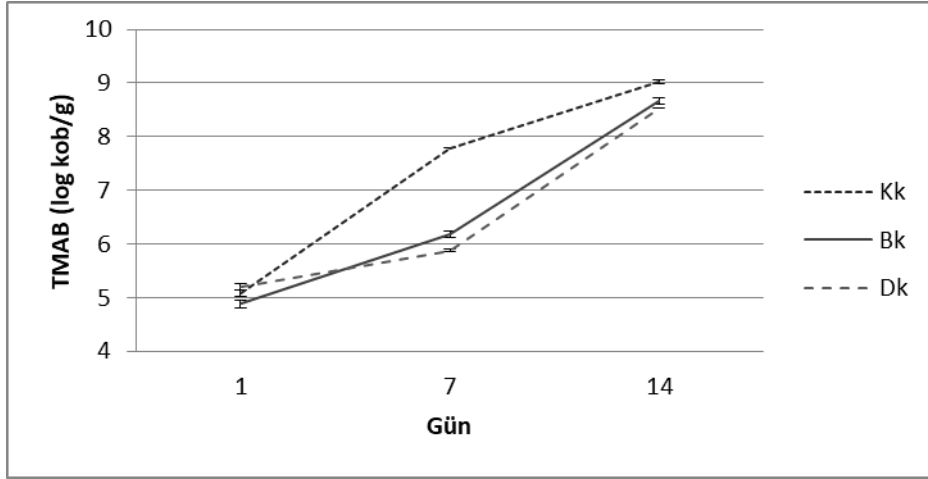
Çb: Çiğ balık, Bk: Biberiye uçucu yağı ilaveli köfte. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki fark vardır ( $P<0,05$ ).

**Tablo 3.** Dk örneklerine ait TMAB ve TPAB sayısındaki değişimler (log kob/g)

Gün	TMAB	TPAB
Çb	$5,24\pm 0,04^c$	$4,22\pm 0,02^b$
1(Dk)	$5,20\pm 0,05^c$	$3,73\pm 0,07^c$
7(Dk)	$5,88\pm 0,02^b$	$8,06\pm 0,02^a$
14(Dk)	$8,53\pm 0^a$	$7,96\pm 0,02^a$

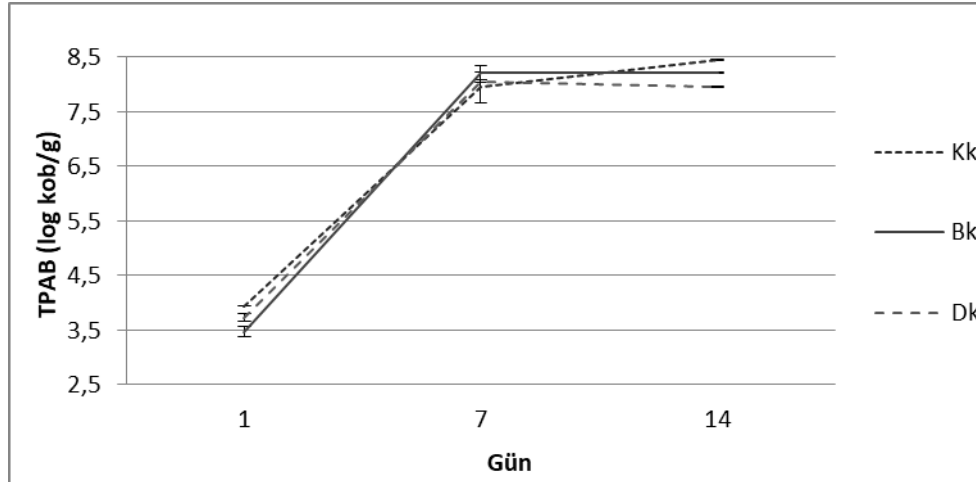
Çb: Çiğ balık, Dk: Defne uçucu yağı ilaveli köfte. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki fark vardır ( $P<0,05$ ).

Çiğ balıkta belirlenen TMAB ve TPAB sayılarının, Dk ve Bk grubuna ait örneklerde köfte yapımıyla birlikte azaldığı, depolamayla birlikte de artış ( $P<0,05$ ) gösterdiği saptanmıştır. Tüm köfte örneklerine ait gruplar incelendiğinde, depolamanın 7. gününde Kk örneklerinin limit değeri (7 log kob/g) (ICMSF, 1986) TMAB ve TPAB sayısı bakımından aştığı, Bk ve Dk örneklerinin TMAB sayısı bakımından aşmadığı tespit edilmiştir. Kk, Bk ve Dk köfte örneklerinde TMAB sayısı depolama süreciyle birlikte artış göstermiştir (Şekil 1). Bu artışın Kk grubu köfte örneklerinde diğer örnek gruplarına göre daha fazla olduğu görülmüştür. Depolamanın sonunda Bk ve Dk örnekleri arasında TMAB sayısındaki değişimler önemsiz ( $P>0,05$ ) bulunurken, Kk örnekleri ile önemli ( $P<0,05$ ) bulunmuştur.



Şekil 1. Köfte örnek gruplarının TMAB sayısındaki değişimleri (log kob/g)

Depolamanın 7. gününde tüm örnek grupları arasında TPAB sayısında önemsiz bir değişim ( $P>0,05$ ) belirlenmiştir. Depolamanın 14. gününde, Kk ve Dk grubu köfte örnekleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark saptanırken ( $P<0,05$ ), Bk grubu köfte örnekleri ile Kk ve Dk grubu köfte örnekleri arasında önemli bir farklılık saptanmamıştır ( $P>0,05$ ) (Şekil 2).



Şekil 2. Köfte örnek gruplarının TPAB sayısındaki değişimleri (log kob/g)

### Duyusal Analiz Bulguları

Kk grubu köfte örneklerinin genel beğeni puanı muhafazanın 1. ve 14.günleri arasındaki değişimi önemli bulunmuştur (Tablo 4).

**Tablo 4.** Kk grubu köfte örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları

G	Renk	Koku	Lezzet	Tekstür	Genel Beğeni
1	7,40±0,34 <sup>a</sup>	7,10±0,43 <sup>a</sup>	7,40±0,27 <sup>a</sup>	7,50±0,37 <sup>a</sup>	7,40±0,34 <sup>a</sup>
7	7,30±0,21 <sup>a</sup>	6,70±0,40 <sup>a</sup>	6,30±0,30 <sup>b</sup>	6,90±0,28 <sup>a</sup>	6,40±0,22 <sup>b</sup>
14	6,00±0,37 <sup>b</sup>	5,40±0,27 <sup>b</sup>	-	-	5,00±0,26 <sup>c</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerle arasında istatistiki fark vardır (P<0,05). – Değerlendirme yapılmamıştır.

Bk grubu köfte örneklerin için başlangıçtaki panelistlerin genel değerlendirmeye ilişkin puanında 14. günde önemli bir azalış görülmüştür (P<0,05) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Bk grubu köfte örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları

Gün	Renk	Koku	Lezzet	Tekstür	Genel
1	8,10±0,31 <sup>a</sup>	7,60±0,40 <sup>a</sup>	7,30±0,37 <sup>a</sup>	7,70±0,30 <sup>a</sup>	7,70±0,26 <sup>a</sup>
7	7,30±0,15 <sup>b</sup>	6,60±0,37 <sup>ab</sup>	5,50±0,40 <sup>b</sup>	6,50±0,37 <sup>b</sup>	5,90±0,31 <sup>b</sup>
14	6,40±0,31 <sup>c</sup>	5,70±0,30 <sup>b</sup>	-	-	5,20±0,33 <sup>b</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerle arasında istatistiki fark vardır (P<0,05). – Değerlendirme yapılmamıştır.

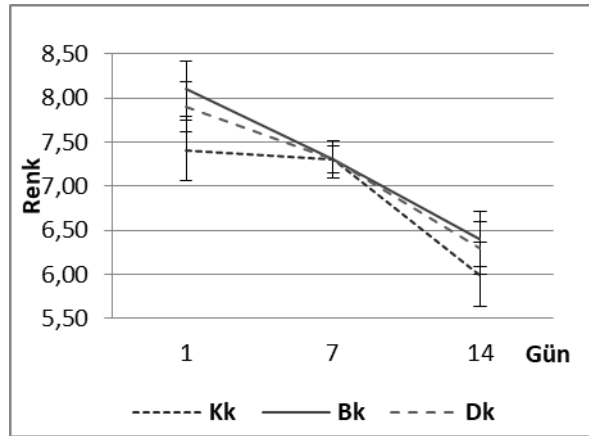
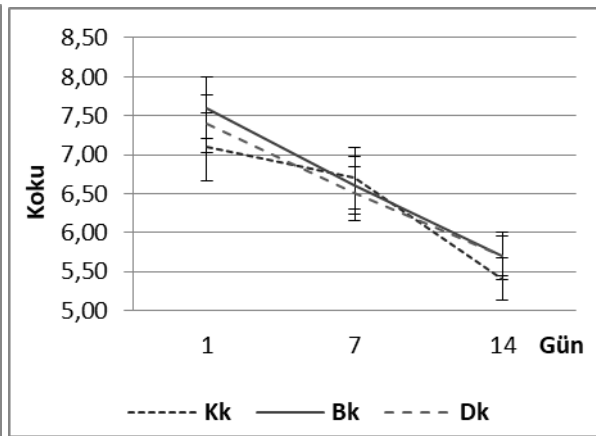
Defne uçucu yağı ilave edilerek oluşturulan Dk grubu köfte örneklerinin muhafazanın 1. gününde panelistlerce beğenildiği, bu beğenin muhafaza süresiyle birlikte azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 6).

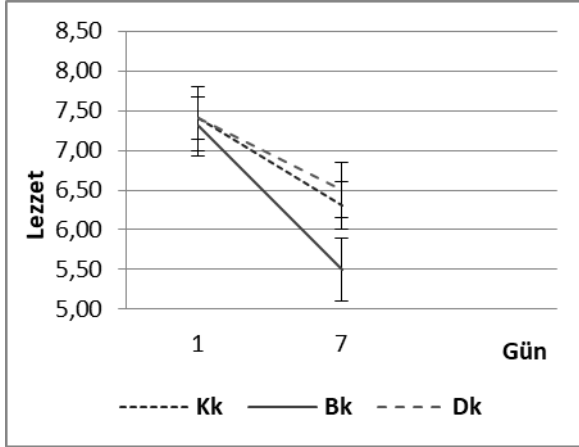
**Tablo 6.** Dk grubu köfte örneklerinin duyuşal değerlendirme sonuçları

Gün	Renk	Koku	Lezzet	Tekstür	Genel
1	7,90±0,28 <sup>a</sup>	7,40±0,37 <sup>a</sup>	7,40±0,40 <sup>a</sup>	7,80±0,33 <sup>a</sup>	7,80±0,33 <sup>a</sup>
7	7,30±0,21 <sup>a</sup>	6,50±0,34 <sup>ab</sup>	6,50±0,34 <sup>a</sup>	6,90±0,35 <sup>a</sup>	6,60±0,27 <sup>b</sup>
14	6,30±0,30 <sup>b</sup>	5,70±0,26 <sup>b</sup>	-	-	5,20±0,36 <sup>c</sup>

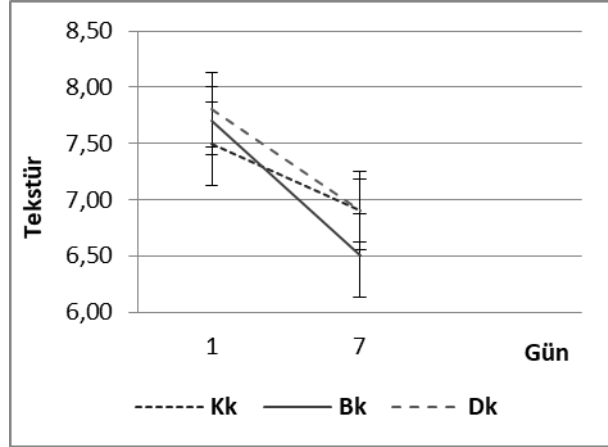
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerle arasında istatistiki fark vardır (P<0,05).– Değerlendirme yapılmamıştır.

Tüm örnek gruplarının duyuşal parametrelere ilişkin değerlerin her birinin depolamayla birlikte azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3, 4, 5, 6, 7). Duyuşal değerlendirme sonucunda Kk, Bk ve Dk grubu köfte örnekleri arasında renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni parametrelerinde depolama süresi içinde aynı günlerdeki ortaya çıkan değişim önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

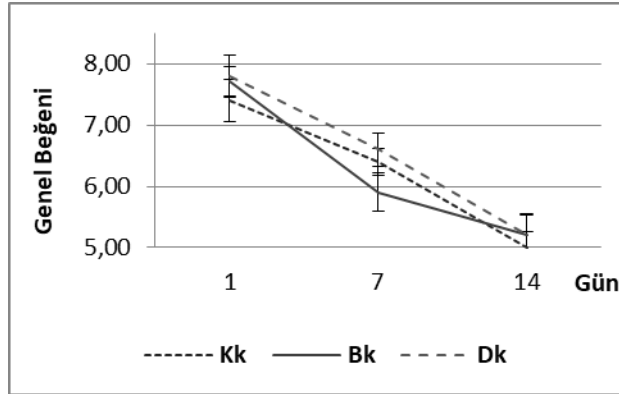
**Şekil 3.** Köfte örnek gruplarının renk parametresindeki değişimleri**Şekil 4.** Köfte örnek gruplarının koku parametresindeki değişimleri



Şekil 5. Köfte örnek gruplarının lezzet parametresindeki değişimleri



Şekil 6. Köfte örnek gruplarının tekstür parametresindeki değişimleri



Şekil 7. Köfte örnek gruplarının genel beğeni parametresindeki değişimleri

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada; gökkuşuğu alabalığından hazırlanması pratik ve çocukların seyerek tüketebileceği bir ürün olan balık köftesi, balık kıymasına farklı katkı maddeleri ilavesiyle elde edilmiştir. Balık kıyması ve farklı katkılarla oluşturulan köfte harcına defne uçucu yağı ve biberiye uçucu yağı ilave edilerek mikrobiyolojik ve duyu kaliteye etkisi belirlenmiştir.

### Mikrobiyolojik Sonuçlardaki Değişimler

Ürünlerin mikrobiyolojik değerleri o ürünün tüketilebilirliğinin belirlenmesinde önemli bir kriter olup aerobik bakterileri için limit değer 7 log kob/g olarak bildirilmiştir (ICMSF, 1986).

Çalışmamızda, çiğ gökkuşuğu alabalığı etinde TMAB değeri  $5,24 \pm 0,04$  log kob/g, TPAB değeri  $4,22 \pm 0,02$  log kob/g olarak tespit edilmiştir. Köfte elde edilmesiyle birlikte tüm köfte gruplarında her TMAB ve TPAB sayılarında bir azalma saptanmıştır (Tablo 1,2 ve 3). Balıkcı (2015), kekik, biberiye ve fesleğen ekstraktları ilave ederek elde ettiği uskumru (*Scomber scombrus*) köftelerini vakum paketlenerek buzdolabı koşullarında  $+4 \pm 2$  °C'de ve buzdolabı poşetinde  $-18$  °C'de depolamış,  $-18$  °C'de muhafaza edilen örneklerde TMAB sayısının 7 log kob/g'a ulaşmamış olduğunu bildirmişken,  $+4 \pm 2$  °C'de muhafaza edilen köfte örneklerinde kekik ve biberiye ekstraktlı örneklerinde fesleğen ekstraktlı örneklere göre TMAB sayısında artış daha az bulunmuştur. Kontrol grubu örneklerde depolama süresi sonunda (28. gün) 7 log kob/g limit değerinin aşıldığı saptanmıştır. Guran vd. (2015), palamuttan (*Sarda sarda*) paté üretiminde, paté harcına farklı gruplar oluşturacak şekilde kekik, karanfil ve biberiye esansiyel yağlarını ilave etmiştir. Biberiye esansiyel yağının ilave edildiği grupta TMAB sayısındaki artışın daha az olduğunu belirtmiştir. Özoğul ve Uçar (2013), donmuş *Scomber japonicus*'tan yapılan burgerlerde doğal antioksidanların (kekik, yeşil çay, ada çayı ve defne) etkisini belirlemişlerdir. Bu doğal antioksidanlar farklı oranlarda kullanılarak gruplar oluşturmuşlardır.

Kontrol grubu örneklerinin toplam bakteri sayısı  $5,0 \pm 0,00$  log kob/g, toplam psikrofilik bakteri sayısı da  $4,9 \pm 0,2$  log kob/g olarak bulunmuştur. Doğal antioksidan ilave edilen tüm burger gruplarında doğal antioksidanların ilavesi ile birlikte mikrobiyal yüklerde genel olarak bir azalma görülmüştür. Burger örneklerinin depolama sonunda (9. ay) kontrol grubu dahil olmak üzere tüm burger örneklerinde bir azalmanın olduğu ancak bu azalışın doğal antioksidan ilave edilmiş burgerlerde biraz daha fazla olduğu saptanmıştır. Başka bir çalışmada, uskumru burgerlerine farklı konsantrasyonlarda biberiye ekstraktı (%0,4 ve %0,8) eklenerek şekillendirilen burgerler vakum paketlenerek  $4^{\circ}\text{C}$ ' de depolanmış ve bu süreçte biberiye ekstraktı ilave edilmiş burgerlerin kontrol grubu burgerlere göre daha fazla raf ömrüne sahip olduğu tespit edilmiştir. %0,8 biberiye ekstraktı ilave edilen burger örneklerinin %0,4 biberiye ekstraktı ilave edilenlere göre toplam bakteri gelişiminin daha düşük kaldığı görülmüştür (Uçak vd., 2011). Çalışmamızda da uçucu yağ ilavesinin mikrobiyolojik kaliteye olumlu etki ettiği belirlenmiştir.

Çapkın (2008), kadife balığından (*Tinca tinca*) üç ayrı formülasyon ile balık köftesi yapmıştır. İlk grubu kontrol grubu olarak, ikinci grubu kekik (%1) ve üçüncü grubu zencefil (%1) ilaveli olarak oluşturmuş ve değerlendirmeye almıştır. Başlangıçtaki balık kıymasının TMAB sayısını  $4,462 \pm 0,023$  log kob/g olarak, TPAB sayısını ise  $3,726 \pm 0,016$  log kob/g olarak belirlemiş, köfte hazırlandıktan sonra TMAB ve TPAB sayılarının biraz arttığını tespit etmiştir. Depolama süreci ile birlikte tüm köfte gruplarında mezofilik ve psikrofilik mikroorganizmalarda sayısal olarak artışın olduğunu, depolamanın 10. gününde köfte örneklerinin sınır değeri ( $10^7$  kob/g) aştığını saptamıştır. Gökkuşluğu alabalığından yapılan balık köftesi örneklerinden elde ettiğimiz sonuçlarla yukarıdaki çalışma sonuçları genel olarak paralellik göstermektedir.

#### **Duyusal Sonuçlardaki Değişimler**

Su ürünleri tüketimi ve ürün çeşitliliğinin artırılması için duyuşal değerlendirme oldukça önemli parametrelerden biri olması yanında tüm gıdalarda olduğu gibi su ürünlerinde de ürünün tüketilebilirliğinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gereken en önemli parametrelerden biridir.

Araştırmamızda, tüm köfte örnekleri başlangıçta panelistlerin duyuşal değerlendirmesi sonucunda yüksek puanlar almış olup muhafaza süresiyle ilişkili olarak duyuşal puanlarda azalma belirlenmiştir (Tablo 4, 5 ve 6).

Kadife balığından elde edilen balık köftelerinin panelistlerce duyuşal olarak görünüş, koku, tekstür, tat ve genel beğeni olarak değerlendirildiği bir çalışmada; elde edilen tüm köfte grupları başlangıçta duyuşal olarak beğenilmiş olup zencefil içeren köfte grubunun kontrol ve kekik ilave edilmiş köfte gruplarına göre daha çok beğenildiği belirtilmiştir. Buzdolabında  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan balık köftelerinin duyuşal değerleri depolama süresine bağlı olarak azalma göstermiş, elde edilen köftelerin  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 7. güne kadar iyi kalite özelliğini devam ettirdiği, 10. günden itibaren bozulmaya başladığı saptanmıştır (Çapkın, 2008). Guran vd. (2015) *S. sarda* balığından farklı katkılarla hazırladığı kontrol grubu köfteler ile kekik, karanfil ve biberiye esansiyel yağlarının ilave edildiği 4 farklı köfte grubu oluşturmuştur. Köfte grupları kıyartılarak panelistlerce duyuşal olarak (renk, görünüm, doku, koku, lezzet ve genel kabul edilebilirlik) değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda kekik, karanfil ve biberiye esansiyel yağlarının köftelere ilavesinin dikkat çekici bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Özoğul ve Uçar (2013) kekik, defne, adaçayı ve yeşil çay ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarda (%0,3 ve %0,6) eklendiği *S. Japonicus* burgerlerini  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de depolamış ve duyuşal olarak değerlendirilen burgerlerden kontrol grubu 7 aylık depolamada, adaçayı ve defne grubu 8 aylık depolamada, kekik ve yeşil çay 9 aylık depolamada panelistlerce kabul edilemez bulunmuştur. Uçak vd. (2011), farklı konsantrasyonlardaki biberiye ekstraktını (%0,4 ve %0,8) Atlantik uskumrusu burgerlerine ilave ederek vakum paketlediği çalışmada, genel kabul edilebilirlik puanının en yüksek olan grubun %0,4'lük biberiye ekstraktı ilave edilmiş grubun olduğunu, en düşük genel kabul edilebilirlik değerinin ise %0,8'lik biberiye ekstraktı ilave edilmiş grup olarak saptamıştır. Peiretti vd. (2012), gökkuşluğu alabalığından elde edilen kıyma üzerine %0,2, %1 ve %3 oranında üç farklı konsantrasyonda biberiye yağı ilave edilerek raf ömrüne etkisini araştırmış ve bu konuda ürün kalitesini geliştirici nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir. Vakum paketlenerek soğukta ( $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) depolanan, kontrol, kekik (% 0,05), biberiye (% 0,05) ve fesleğen (% 0,05) ekstraktı ile muamele edilmiş uskumru köfteleri kıyartılarak ( $185^{\circ}\text{C}$ 'de 2-3 dk) panelistlere sunulduğu bir çalışmada, uskumru köftelerinin genel beğeni parametrelerinde depolama ile birlikte önemli ( $P < 0,05$ ) bir azalışın



olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda en fazla biberiyeli grubun genel beğeniye sahip olduğu da saptanmıştır (Balıkcı, 2015). Bu çalışmalar ile *O. mykiss*'ten elde ettiğimiz balık köftelerinden elde edilen bulgular değerlendirildiğinde benzerlikler yanında farklılıklar görülmüştür. Farklılıkların kullanılan materyalden, farklı katkılardan ve ekstraktlardan, farklı paketleme yöntemlerinden ve depolama sıcaklıklarından kaynaklanabileceği kanısındayız.

Sonuç olarak; gökkuşağı alabalığından (*Oncorhynchus mykiss*) biberiye ve defne uçucu yağları ilave edilerek oluşturulan balık köfteleri  $4\pm 1$  °C'de mikrobiyolojik olarak sınır değeri (7 log kob/g) TMAB açısından Kk grubu köfte örneklerinde depolamanın 7. gününde, Bk grubu köfte örnekleri 14. gününde, Dk grubu köfte örnekleri 14. gününde aşmışken, TPAB açısından da Kk, Bk ve Dk köfte örneklerinde 7.günde aşmıştır. Duyusal analizlerin değerlendirilmesi sonucunda da tüm köfte örnek gruplarında (Kk, Bk, ve Dk) duyusal sınır değerini aşılmadığı görülmüştür. Köfte katkı maddelerine biberiye ve defne uçucu yağlarının ilave edilmesi genel beğeni bakımından az da olsa olumlu bir etki yaratmıştır. Doğal katkılarla ürünlerin farklı lezzetlerle sunulmasının ürün yelpazesini genişleteceği ve tüketimi teşvik edici olacağı gibi ürünlerin raf ömrüne de katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

**Teşekkür:** Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Arslan, A., Çelik, C., Gönülalan, Ateş, G., Kök, A., & Kaya, A. (1997). Vakumlu ve Vakumsuz Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio L.*) Pastırmalarının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesinin Güncelenmesi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 21 (1), 23-29.
- Balıkcı, E. (2015). *Kekik, Biberiye Ve Fesleğenden Elde Edilen Ekstraktların, Dondurulmuş (-18°C) Ve Soğukta (4±2°C) Vakum Paketlenerek Depolanmış Uskumru (Scomber Scombrus) Köftelerinin Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 162.
- Berik, N., Çankırılıgil, C., & Kahraman, D. (2011). Alabalık Filetosundan Krokot Yapımı ve Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17 (5), 735-740.
- Cıvıdır, A. (2011). *Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus mykiss W., 1792)'ndan Kraker Yapımı ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 70.
- Çankırılıgil, E.C., & Berik, N. (2017). Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Krokotlarının Soğuk Muhafazada (+4°C) Raf Ömrünün Belirlenmesi. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 32 (1), 35-48.
- Çapkın, K. (2008). *Kadife balığı (Tinca tinca) Köftesinin Buzdolabı Koşullarında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Bazı Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimler*. Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 43.
- Diler, A., Güner, A., Altun, S., & Ekici, S. (2008). Farklı Sıcaklık ve Hava Akım Hızında Kurutmanın Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca*) Filetolarının Kalite Niteliklerine Etkisi. *Veteriner Bilimleri Dergisi*, 24, 77-86.
- Dinçer, M.T. (2008). *Alabalık Filetosu Kullanarak Balık Sosis Üretimi ve Soğuk Muhafaza (4±2°C) Şartlarında Kalite Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 126.
- Eren, F. (2011). *Gökkuşağı Alabalığı (Oncorhynchus mykiss W.,1792)'ndan Jambon Yapımı ve Raf Ömrünün Belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59.
- Ersoy, B., & Demirkıran, E. (2014). Gökkuşağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'ndan Pastırma Üretimi ve Duyusal Kalitesi. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 29 (1), 5-13.
- Guran, H.S., Öksüztepe, G., Çoban, Ö.E., & İncili G.K. (2015). Influence of Different Essential Oils on Refrigerated Fish Patties Produced from Bonito Fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). Food Analysis, Food Quality and Nutrition, *Czech Journal of Food Sciences*, 33 (1), 37-44.
- ICMSF, (1986). *Microorganisms in Food 2: Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications*. Edition, University of Toronto Press, 425p, Toronto.
- İnanlı, A.G., Özpolat, E., Çoban, Ö.E., & Karaton, N. (2011). Alabalık Keki Yapımı ve Ürünün Duyusal, Kimyasal Kalitesi. *Bibad*, 4 (1), 149-153.
- İzci L., & Bilgin Ş. (2015). Sensory Acceptability and Fatty Acid Profile of Fish Crackers Made From *Carassius gibelio*, *Food Science and Technology*, 35(4), 643-646.
- İzci, L., Bilgin Ş., Günlü A., Çetinkaya S., Diler A., Genç İ.Y., & Bolat Y. (2016). Hamsi Balığı (*Engraulis encrasicolus*) Dönerinin Soğuk Depolama Sırasındaki Kalite Değişimleri. *Tarım Bilimleri Dergisi, (Journal of Agricultural Sciences)*, 22, 360-369.

- Kaba, N., Çorapçı, B., & Eryaşar K. (2013). Pişirme Yöntemlerinin Alabalık Milföy Böreğinin Duyusal ve Besin Bileşimine Etkisi. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28 (2), 1-11.
- Kaya, Y., Duyar, H.A., & Erdem, M.E. (2004). Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21 (3-4), 365-370.
- Kenar, M. (2009). *Aromatik Bitkilerden Elde Edilen Doğal Antioksidanların Balık Filetosu Üzerindeki Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Etkilerinin İncelenmesi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana
- Metin, S. (2003). Modifiye Atmosferde Paketleme Teknolojisinin Alabalık Dolmalarının Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Gıda*, 28 (1), 85-93.
- Mol, S. (2008). Balık Yağı Tüketimi ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi. *Journal of Fisheries Sciences*, 2 (4), 601-607.
- Oğuzhan P., & Yangılar F. (2014). Su Ürünlerinin Hazır Yemek Teknolojisindeki Yeri ve Önemi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 65-76.
- Öksüztepe, G., Çoban Ö.E., & Güran, H.Ş. (2010). Sodyum Laktat İlavesinin Taze Gökkuşluğu Alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W.) Yapılan Köftelere Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16, 65-72.
- Öz, M.N.A. (2017). *Balıkesir Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Biberiye ve Fesleğen Bitkilerine Ait Uçucu Yağların Antioksidan ve Antimikotik Özelliklerin Belirlenmesi*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü..Yüksek Lisans Tezi.69s.
- Özoğul, Y., & Uçar, Y. (2013). The Effects of Natural Extracts on the Quality Changes of Frozen Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) Burgers. *Food Bioprocess Technology*, 6, 1550–1560
- Özpolat, E., & Patır, B. (2009). Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yumurtasından Havyar Yapımı ve Bazı Kimyasal Parametreler Üzerine Araştırmalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5, 1-2.
- Patır, B., & Duman, M. (2006). Tütsülenmiş Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Filetolarının Muhafazası Sırasında Oluşan Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Değişimlerin Belirlenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (2), 189–195.
- Peiretti, P.G., Gai, F., Ortoffi, M., Aigotti, R., & Medana, C. (2012). Effects of Rosemary Oil (*Rosmarinus officinalis*) On The Shelf-Life of Minced Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) During Refrigerated Storage. *Foods* 1, 28-39.
- Şimşek, A., & Kılıç, B. (2011). Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Eti Kullanılarak Üretilen Döner Kebapların Kimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması. 7. *Gıda Mühendisliği Kongresi*.24-26 Kasım, 26, 262. Ankara.
- Taşkaya, L., Çaklı, Ş., Kışla, D., & Kılınc, B. (2003). Quality Changes of Fish Burger From Rainbow Trout During Refrigerated Storage. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20 (1-2), 147-154.
- Tiwari B.K., Valdramidis V.P., O'Donnell C.P., Muthukumarappan K., Bourke P., & Cullen P.J. (2009). Application of Natural Antimicrobials for Food Preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 5987–6000.
- Tokur, B., Özkütük, S., Atıcı, E., Özyurt, G., & Özyurt, C.E. (2006). Chemical and Sensory Quality Changes of Fish Fingers, Made From Mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), During Frozen Storage (-18°C). *Food Chemistry*, 99, 335-341.
- Turan, H., Kaya, Y., & Sönmez, G. (2006). Balık Etinin Besin Değeri ve İnsan Sağlığındaki Yeri. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/3), 505-508.
- Uçak, İ., Özoğul, Y., & Durmuş, M. (2011). The Effects of Rosemary Extract Combination With Vacuum Packing on The Quality Changes of Atlantic Mackerel Fish Burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46 (6), 1157–1163.
- Ufuk, D., & Sarımehtemetoğlu B. (2016). Balık Etinin Muhafazasında Soğutma ve Dondurma Yöntemleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13 (2), 151-158.
- Ünlüsayın, M., Bilgin, Ş., İzci, L., & Günlü, A. (2007). Chemical and Sensory Assessment of Hot-Smoked Fish Pate. *Journal of Fisheries Sciences*, 1 (1), 20-25.
- Yapar, A. (1993). *Balık Pastırması Üretimi ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi*. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi., 88.

## Farklı Konsantrasyonlarda Kullanılan Nisinin Soğukta (4±2°C) Depolanan Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Filetolarının Yağ Asitleri Üzerine Etkileri

Yılmaz UÇAR<sup>1,2\*</sup>, Fatih ÖZOĞUL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye

<sup>2</sup>Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, Su Ürünleri Fakültesi, Çukurova Üniversitesi, Balcalı, 011330 Adana, Türkiye

\* Sorumlu Yazar: [yucar@cu.edu.tr](mailto:yucar@cu.edu.tr)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 29 Mayıs 2019; Kabul 17 Eylül 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Uçar, Y., & Özoğul, F. (2020). Farklı konsantrasyonlarda kullanılan nisinin soğukta (4±2°C) depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının yağ asitleri üzerine etkileri. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 22-37. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.571394>

### Özet

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (% 0,2, % 0,4 ve % 0,8) kullanılan nisinin soğukta depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının yağ asitleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan yağ asidi analizleri sonucunda yüksek oranlarda tespit edilen doymuş yağ asitleri (SFA) miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0) olarak belirlenmişken, yüksek oranlarda belirlenen tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7), eikosenoik asit (C20:1n9) olarak belirlenmiştir. Yüksek oranlarda tespit edilen çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) ise linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olmuştur. İncelenen levrek balığının doymamış yağ asidi içerikleri açısından zengin besinsel değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Nisin muamele gruplarının depolama sonundaki PUFA, MUFA ve SFA içeriği kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu durumun nisinin antioksidan özelliğinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Yağ asitleri kompozisyon analizi sonuçlarına göre, nisin varlığının balıkta lipit kalitesini koruduğu gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Nisin, levrek, yağ asitleri, PUFA, MUFA

### The Effects of Nisin Used at Different Concentrations on Fatty Acids of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Fillets Under Chilled (4±2°C) Conditions

#### ABSTRACT

In this study the effects of nisin used at different concentrations (0.2%, 0.4% and 0.8% w/v) on the fatty acids profile of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets were investigated under chilled storage. As a result of the fatty acid analysis, high concentration saturated fatty acids (SFA) were determined as myristic acid (C14:0), palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0) and high concentrations of monounsaturated fatty acids (MUFA) were determined as palmitoleic acid (C16:1), oleic acid (C18:1n9), waxenic acid (C18:1n7), eicosenoic acid (C20:1n9). Polyunsaturated fatty acids (PUFA) which were determined at high concentration were linoleic acid (C18:2n6), linolenic acid (C18:3n3), eicosapentaenoic acid (EPA, C20:5n3) and docosahexaenoic acid (DHA, C22:6n3). It was determined that sea bass fillets had nutritional values rich in unsaturated fatty acid contents. The PUFA, MUFA and SFA content of the nisin treatment groups were found to be higher than the control group at the end of the storage and it was concluded that this was due to the antioxidant properties of the nisin. Fatty acids composition analysis indicated that presence of the nisin preserved nutritional quality of fish lipid.

**Keywords:** Nisin, sea bass, fatty acids, PUFA, MUFA.

### GİRİŞ

Balık eti yüksek kaliteli protein, esansiyel vitaminler ve sağlığa faydalı çoklu doymamış yağ asitleri için zengin bir kaynaktır (Ashie vd., 1996). Balık lipitleri, beş veya altı çift bağa sahip doymamış yağ asitleri nedeniyle besinsel öneme sahiptir (Puwastien vd., 1999). Sucul ekosistemler, çoklu doymamış yağ asitlerinin ana kaynağı olarak bilinir ve insanlar, balıkları ve diğer deniz ve tatlı su ürünlerini tüketerek EPA ve DHA'yı vücutlarına alırlar (Arts vd., 2001). Balıklardan elde edilen omega-3 yağ asitleri kan trigliseritlerini, anormal kalp ritimlerini ve kan basıncını azaltabilir ve kanın pıhtılaşma düzenini iyileştirebilir (Hunter ve Roberts, 2000).

Taze balık için artan tüketici talebi, balık tüketimindeki en önemli güncel trendlerden biridir. Bu durum balık yetiştiriciliği ve tüketiciye güvenilir bir şekilde ulaştırılabilmesi için gerek gıda endüstrisinin gerekse de bilim insanlarının yoğun araştırmalarına yol açmaktadır. Soğukta depolanan etin önemli bir bozulma süreci, lipit oksidasyonudur (Ramirez vd., 2005). Esansiyel yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu olarak etin besin değeri azalmaktadır (Donelli ve Robinson, 1995). Yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asidi içeren balık eti gibi etler oksidasyona daha duyarlı olmaktadır (Foegeding vd., 1996). Lipit oksidasyon sürecinde, doymamış yağ asitleri, birincil oksidasyon ürünleri olan hidroperoksitleri üretmek için oksijenle reaksiyona girer (Simic ve Taylor, 1987). Hidroperoksitler stabil değildir ve çeşitli uçucu bileşiklere ayrılarak kötü koku ve lezzet kayıplarına yol açmaktadır. Lipit oksidasyonu sonucu oluşan ürünler, et ve diğer kas yapısındaki gıdalarının kalitesini ve kabul edilebilirliğini kısıtlar (Pacheco-Aguilar vd., 2000).

Su ürünleri sektöründe diğer gıda alanlarında olduğu gibi, ürünlerin tüketicilere sağlıklı bir şekilde ulaştırılabilmesi ve raf ömrünün uzatılabilmesine yönelik çalışmalar yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Bu amaçla ticari deniz balıkları arasında yoğun olarak tüketilen levrek (*Dicentrarchus labrax*), çoğunlukla laboratuvar deneylerinde kullanılmaktadır. Pek çok araştırmacı balığın tazeliğini korumak ve levreğin raf ömrünü uzatmak için çeşitli koruma tekniklerini kullanmıştır. Bu çalışmalar arasında nisin, bu talebi karşılayacak etkin yaklaşımlardan biri olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir (Behnama vd., 2016). Son yıllarda pek çok araştırmacı gıda üretimi ile ilgili patojenleri engellemek için nisin uygulamaktadır. Nisin, penisilinden önce keşfedilen ve çok çeşitli gram-pozitif bakterilere (vejetatif hücreler ve sporlar) karşı antimikrobiyal aktivite gösteren bir antibiyotiktir; ayrıca diğer koruyucu maddelerle birlikte kullanıldığında bazı gram-negatif bakterilere karşı da yararlı olabilir (Balciunas vd., 2013). Bu bakteriyosinler, 50'ye yakın ülkede ve Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Birliği (FDA, 1988; EU, 2004) tarafından onaylanmış, genellikle güvenli olarak kabul edilen (GRAS) ticari uygulamalarda geniş çapta kullanılmaktadır. Nisin, gıda korumaya yönelik engeller teknolojisinde (hurdle technology) etkin bir araçtır ve Avrupa Gıda Katkı Maddesi listesinde E234 (EFSA, 2006) kodu ile biyoprezervatif bileşen olarak yer almıştır.

Bazı antioksidant ekstraktlarla veya fiziksel yöntemler (işleme, paketlenme gibi) ile nisin etkileşimi veya duyuşal değişiklikler olmaksızın gıdaya uygulandığında sinerjik etki gösteren bileşikler hakkında çalışmalar bulunmaktadır (Abdollahzadeh vd., 2014; Gao vd., 2014). Sallam (2007), sodyum asetat, sodyum laktat ve sodyum sitratın nisin Z ile kullanılmasının, soğukta depolanan dilimlenmiş somondaki antimikrobiyal ve antioksidan kaliteyi artırdığını bildirmiştir. Ayrıca Ghomi vd., (2011), % 0,2 nisin ile % 3 sodyum asetatın birlikte kullanımının buzdolabı koşullarında muhafaza edilen ot sazani (*Ctenopharyngodon idella*) fileto dilimlerinin ürün kalitesini artırdığı en iyi koşul olduğunu rapor etmişlerdir. Nisinin antioksidan özelliği ile ilgili Behnama vd., (2015)' nin gökkuşuğu alabalıklarının buzdolabında (4°C) depolanması ile ilgili yaptığı çalışmada nisin ile muamele edilen gökkuşuğu alabalıklarında depolama süresi boyunca daha düşük lipit oksidasyonu ( $p < 0.05$ ) gözlemlendiğini ve bu durumun nisinin antioksidatif aktivitesinden kaynaklanan reaktif oksijen türlerini temizlemesi veya metal iyonu şelatlanmasından kaynaklandığına atfettiğini bildirmiştir (Lin ve Yen, 1999). Ayrıca, muamele grubunda gözledikleri daha yüksek EPA ve DHA değerlerinin, nisinin antioksidan aktivitesine bağlı olabileceğini, bunun da gökkuşuğu alabalığının kas dokusundaki yüksek lipit oksidasyonunu inhibe etmesinden kaynaklı olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak nisin kullanımının en iyi sonucu olarak, nisin ile muamele edilen gökkuşuğu alabalığı filetoalarının raf ömrünün, kullanılmayan gruba göre raf ömrünü uzattığı ve bu durumun biyo-prezervatif olarak kullanılan nisinin bakterisidal ve antioksidan aktivitesinden kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (% 0,2, % 0,4 ve % 0,8) hazırlanan nisin solüsyonlarının levrek filetoalarının soğukta depolanması esnasında yağ asitleri profillerine etkileri incelenmiştir. Ticari olarak temin edilen nisin kullanılarak hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki solüsyonların soğukta (4±2°C) depolanan levrek filetoalarının yağ asitleri profili üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmadan su ürünleri işleme sektöründe kullanılmak üzere önemli sonuçlar elde edilmiş olup, yapılacak yeni araştırmalara öncülük edebileceği öngörülmektedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Nisin

Çalışmada kullanılan nisin, ticari olarak Sigma-Aldrich Co. (Katalog No: N5764, St. Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir. *Lactococcus lactis* tarafından üretilen nisin %2,5 konsantrasyonda sodyum klorit ve denature süt tozları ( $10^6$  IU/g) ile dengelenmiştir.

### Balık Materyali

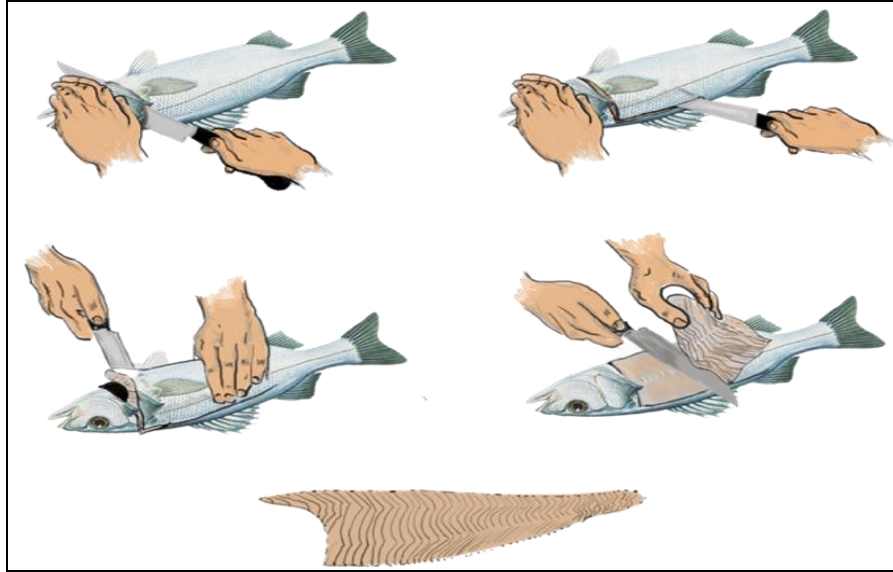
Çalışmada ekonomik değeri yüksek ve yaygın bir şekilde kültürü yapılan levrek (*Dicentrarchus labrax*) kullanılmıştır. Balıklar Ocak 2018 tarihinde Mersin’de üretim yapan Çamdere Deniz Ürünleri firmasından temin edilmiştir. Balıklar hasat edilir edilmez hipotermi uygulanarak öldürülmüş ve içi buz dolu izole straforlar içinde Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojileri Laboratuvarına ulaştırılmıştır. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları sırasıyla  $29,77 \pm 1,02$  cm ve  $312,06 \pm 26,85$  g olarak ölçülmüştür. Her analiz için toplamda 8 fileto (her bir grup için 2 fileto) kullanılmıştır.

### Nisin Solüsyonlarının Hazırlanması

Nisin solüsyonları % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 konsantrasyonlarında sterilize edilmiş saf su kullanılarak hazırlanmıştır.

### Balık Etinin Hazırlanması

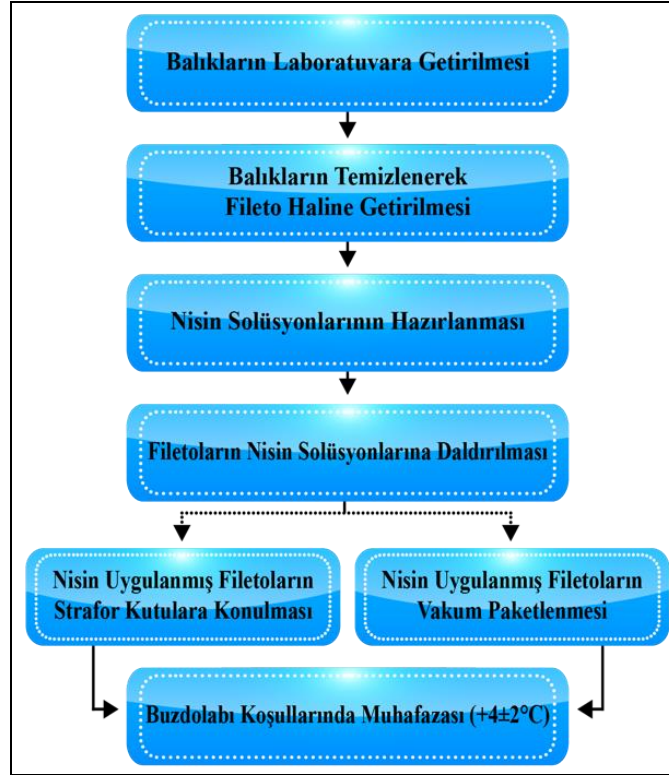
Buzlu strafor kutularda Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojileri Laboratuvarına getirilen balıkların, iç organları temizlendikten sonra filetoları çıkarılmıştır (Şekil 1). Levrek filetoları yıkanarak kontrol ve muamele grupları olmak üzere 4 gruba ayrılmış, nisin uygulaması için buzda muhafaza edilmişlerdir.



Şekil 1. Levreklerin fileto haline getirilmesi (Özgün)

### Balıklara Nisin Uygulaması ve Depolama Koşulları

Nisin solüsyonlarının levrek filetolarına uygulanması Ceylan (2014) yönteminde yapılan bazı modifikasyonlara göre gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın deneysel aşamaları Şekil 2’de gösterilmiştir. Nisin solüsyonlarının balık filetosuna uygulanması daldırma yöntemiyle yapılmıştır. Filetolar 10 dakika boyunca farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisin solüsyonlarının içerisinde bekletilmiştir. Muamele edilen filetolar strafor tabak içine streç film ile kaplanmış ve streç film üzerinde belirli noktalarda delikler açılarak buzdolabı ( $4 \pm 2^\circ\text{C}$ ) içerisinde depolanmıştır. Kontrol ile birlikte toplam 4 grup soğukta depolanmaya alınmıştır. Depolanmanın 0, 3, 6, 8, 10, 12. günlerinde toplamda 12 fileto olacak şekilde (3 fileto/grup) her bir grup için yağ asitleri analizleri düzenli olarak yapılmıştır. Çalışmanın akış planı Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışmanın deneysel aşamaları

### Yağ Asitleri Analizi

Eksrakte edilmiş lipitten, yağ asidi metil esterleri Ichihara vd., (1996) metoduna göre yapılmıştır. 25 mg eksrakte edilmiş yağ örneği üzerine 4mL 2M'lik KOH (Merck) ve 2mL n-heptan (Merck) ilave edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında 2 dakika vortekste karıştırılmış, 4000 rpm' de 10 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve heptan tabakası gaz kromatografisinde analiz için viallere alınmıştır.

Yağ asidi analizi, bir gaz kromatografi (GC) Clarus 500 cihazı (Perkin-Elmer, USA), bir adet alev iyonizasyon detektörü ve SGE (60 m Length x 0.32 mm I.D. x 0.25 Film BPX70, USA) kapillar kolonu kullanılarak analiz edilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları sırası ile önce 220 °C'ye sonra 260 °C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 8 dakika 140°C'de tutulmuştur. Sonrasında her dakika 4 °C arttırılarak 220 °C'ye kadar, 220 °C'den 230 °C'ye de her dakika 4°C arttırılarak getirilmiştir ve burada 15 dakika tutularak analiz 45.50 dakikada tamamlanmıştır. Numune ölçüsü 1µl ve taşıyıcı gazda 26.9 psi'de kontrol edilmiştir. Split 1:40 oranında kullanılmıştır. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME mix (Supelco) karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır.

### İstatistik Analizleri

Araştırmanın sonunda elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı kullanılarak, kontrol grubu ve nisin grupları arasındaki zamana bağlı değişimler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (Duncan, 1955). Önem seviyesi  $p < 0.05$  olarak alınmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisinin soğukta ( $4 \pm 2^\circ\text{C}$ ) depolanan levrek (*D. labrax*) filetolarının yağ asitleri üzerine etkileri 12 gün süren depolama süresi boyunca incelenmiştir. Depolama boyunca meydana gelen doymuş yağ asitleri (SFA) kompozisyonu değişimleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen doymuş yağ asitleri (SFA) değişimleri (N:3)

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
<b>C12:0</b>	0,37±0,04 <sup>Bb</sup>	0,77±0,04 <sup>Aa</sup>	0,15±0,01 <sup>Cb</sup>	0,02±0,00 <sup>Da</sup>	0,02±0,00 <sup>Da</sup>	0,02±0,00 <sup>Da</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,82±0,05 <sup>ABa</sup>	0,73±0,05 <sup>Ba</sup>	0,88±0,06 <sup>Aa</sup>	0,02±0,00 <sup>Ca</sup>	0,02±0,00 <sup>Ca</sup>	0,02±0,00 <sup>Ca</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,90±0,00 <sup>Aa</sup>	0,41±0,03 <sup>Bb</sup>	0,84±0,08 <sup>Aa</sup>	0,02±0,00 <sup>Ca</sup>	0,02±0,00 <sup>Ca</sup>	0,02±0,00 <sup>Ca</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,92±0,08 <sup>Aa</sup>	0,42±0,08 <sup>Bb</sup>	0,87±0,05 <sup>Aa</sup>	0,02±0,00 <sup>Da</sup>	0,02±0,00 <sup>Da</sup>	0,02±0,00 <sup>Da</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C14:0</b>	2,06±0,05 <sup>Aa</sup>	2,01±0,01 <sup>Aa</sup>	2,15±0,00 <sup>Aa</sup>	2,15±0,03 <sup>Aa</sup>	2,10±0,02 <sup>Ac</sup>	2,11±0,16 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	1,99±0,05 <sup>Ca</sup>	2,06±0,04 <sup>BCa</sup>	2,01±0,01 <sup>Cb</sup>	2,13±0,00 <sup>ABa</sup>	2,17±0,00 <sup>Ab</sup>	2,02±0,06 <sup>Ca</sup>	<b>% 0,2</b>
	2,09±0,01 <sup>Ba</sup>	2,05±0,04 <sup>BCa</sup>	2,00±0,01 <sup>Cb</sup>	2,16±0,04 <sup>Aa</sup>	2,22±0,01 <sup>Aa</sup>	2,17±0,04 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	2,10±0,08 <sup>ABa</sup>	2,09±0,02 <sup>ABa</sup>	2,02±0,00 <sup>Bb</sup>	2,10±0,03 <sup>ABa</sup>	2,25±0,01 <sup>Aa</sup>	2,17±0,15 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C15:0</b>	0,25±0,00 <sup>Aab</sup>	0,17±0,11 <sup>Aa</sup>	0,27±0,01 <sup>Aa</sup>	0,28±0,01 <sup>Aa</sup>	0,27±0,01 <sup>Ab</sup>	0,27±0,01 <sup>Ab</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,25±0,01 <sup>Cb</sup>	0,27±0,01 <sup>Ba</sup>	0,26±0,00 <sup>Ba</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,25±0,00 <sup>Cb</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,27±0,01 <sup>Ba</sup>	0,26±0,00 <sup>Ba</sup>	0,26±0,00 <sup>Ba</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,27±0,01 <sup>Ba</sup>	0,27±0,00 <sup>Ba</sup>	0,26±0,00 <sup>Ba</sup>	0,27±0,00 <sup>Ba</sup>	0,29±0,00 <sup>Aa</sup>	0,29±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C16:0</b>	13,89±0,33 <sup>Aa</sup>	13,55±0,01 <sup>Aa</sup>	13,51±0,09 <sup>Aa</sup>	13,80±0,01 <sup>Ac</sup>	13,80±0,21 <sup>Ab</sup>	13,91±0,64 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	13,89±0,04 <sup>BCa</sup>	13,38±0,13 <sup>Da</sup>	13,60±0,15 <sup>CDa</sup>	14,03±0,07 <sup>Bb</sup>	13,98±0,01 <sup>Bab</sup>	14,45±0,24 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	13,55±0,20 <sup>Bab</sup>	13,77±0,28 <sup>Ba</sup>	13,59±0,12 <sup>Ba</sup>	14,17±0,03 <sup>Ab</sup>	14,15±0,11 <sup>Aa</sup>	14,41±0,05 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	13,30±0,09 <sup>Db</sup>	13,49±0,00 <sup>CDa</sup>	13,64±0,16 <sup>Ca</sup>	14,71±0,11 <sup>Aa</sup>	13,98±0,02 <sup>Bab</sup>	14,65±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C17:0</b>	0,27±0,01 <sup>Ba</sup>	0,27±0,00 <sup>ABab</sup>	0,27±0,00 <sup>ABa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,01 <sup>ABa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,26±0,01 <sup>Ba</sup>	0,27±0,00 <sup>ABab</sup>	0,27±0,00 <sup>ABa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,27±0,00 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,28±0,01 <sup>ABCa</sup>	0,27±0,01 <sup>Cb</sup>	0,27±0,00 <sup>BCa</sup>	0,29±0,01 <sup>Aa</sup>	0,27±0,00 <sup>BCa</sup>	0,28±0,00 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,28±0,01 <sup>ABa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,27±0,01 <sup>Ba</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,00 <sup>Aa</sup>	0,28±0,01 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C18:0</b>	3,80±0,03 <sup>Ca</sup>	3,84±0,01 <sup>Ca</sup>	3,92±0,04 <sup>Ba</sup>	3,94±0,04 <sup>Ba</sup>	3,96±0,01 <sup>Ba</sup>	4,08±0,04 <sup>Ab</sup>	<b>Kontrol</b>
	3,96±0,16 <sup>Ba</sup>	3,79±0,06 <sup>Ba</sup>	3,81±0,05 <sup>Bb</sup>	3,95±0,01 <sup>Ba</sup>	3,88±0,02 <sup>Bab</sup>	4,31±0,13 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	3,88±0,20 <sup>Aa</sup>	3,85±0,07 <sup>Aa</sup>	3,96±0,04 <sup>Aa</sup>	3,83±0,10 <sup>Aa</sup>	3,76±0,11 <sup>Ab</sup>	3,97±0,18 <sup>Ab</sup>	<b>% 0,4</b>
	3,99±0,05 <sup>Ba</sup>	3,85±0,00 <sup>Ca</sup>	3,98±0,02 <sup>Ba</sup>	3,98±0,05 <sup>Ba</sup>	3,75±0,00 <sup>Db</sup>	4,14±0,03 <sup>Ab</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C20:0</b>	0,24±0,00 <sup>Ba</sup>	0,24±0,00 <sup>Bb</sup>	0,26±0,00 <sup>ABa</sup>	0,27±0,00 <sup>Aa</sup>	0,25±0,00 <sup>ABb</sup>	0,26±0,02 <sup>ABa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,24±0,01 <sup>Ba</sup>	0,26±0,00 <sup>ABa</sup>	0,25±0,00 <sup>ABa</sup>	0,27±0,01 <sup>ABab</sup>	0,27±0,00 <sup>Aa</sup>	0,26±0,02 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,25±0,00 <sup>Ba</sup>	0,26±0,01 <sup>ABa</sup>	0,25±0,00 <sup>Ba</sup>	0,26±0,01 <sup>ABb</sup>	0,27±0,01 <sup>Aa</sup>	0,26±0,00 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,26±0,01 <sup>Aa</sup>	0,25±0,00 <sup>Aa</sup>	0,26±0,01 <sup>Aa</sup>	0,27±0,00 <sup>Aa</sup>	0,26±0,00 <sup>Aa</sup>	0,27±0,02 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C22:0</b>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,08±0,00 <sup>Aa</sup>	0,05±0,06 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,01 <sup>Aa</sup>	0,05±0,01 <sup>Ab</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,09±0,01 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,01±0,00 <sup>Ba</sup>	0,06±0,06 <sup>ABa</sup>	0,10±0,01 <sup>Aa</sup>	0,05±0,00 <sup>ABb</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,01 <sup>Aa</sup>	0,09±0,01 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,10±0,01 <sup>Aa</sup>	0,05±0,06 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C24:0</b>	0,11±0,09 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Ab</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,11±0,10 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Ab</sup>	0,05±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Ab</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,04±0,00 <sup>Ba</sup>	0,04±0,00 <sup>Ba</sup>	0,04±0,00 <sup>Ba</sup>	0,04±0,00 <sup>Ba</sup>	0,16±0,01 <sup>Aa</sup>	0,05±0,01 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>ΣSFA</b>	21,07±0,53 <sup>Aa</sup>	20,96±0,06 <sup>Aa</sup>	20,61±0,21 <sup>Ab</sup>	20,88±0,01 <sup>Ab</sup>	20,79±0,18 <sup>Aa</sup>	21,00±0,82 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	21,59±0,13 <sup>Aa</sup>	20,88±0,18 <sup>Ba</sup>	21,12±0,25 <sup>Bab</sup>	21,05±0,01 <sup>Bb</sup>	21,01±0,01 <sup>Ba</sup>	21,68±0,23 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	21,34±0,40 <sup>Aa</sup>	20,98±0,13 <sup>Aa</sup>	21,28±0,07 <sup>Aa</sup>	21,13±0,18 <sup>Ab</sup>	21,09±0,23 <sup>Aa</sup>	21,51±0,19 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	21,22±0,07 <sup>Ba</sup>	20,73±0,04 <sup>Ca</sup>	21,38±0,23 <sup>Ba</sup>	21,77±0,09 <sup>Aa</sup>	21,07±0,13 <sup>Da</sup>	21,94±0,16 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,8</b>

<sup>a-d</sup> Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

<sup>A-E</sup> Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Araştırma sonunda tüm gruplarda gözlenen temel yağ asitleri miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7), eikosenoik asit (C20:1n9), linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde

Durmuş (2016), Türkkan vd., (2010), Yıldız vd., (2008) ve Yazgan (2013) tarafından yapılan levrek çalışmalarında da temel yağ asidi bileşenlerinin bu yağ asitlerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

Depolamanın başlangıcında toplam SFA oranları kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 21,07, % 21,59, % 21,34 ve % 21,22 olarak tespit edilmiştir. Tüm gruplarda ve depolama günlerinde istatistiksel farklılık gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitleri tüm gruplarda miristik asit (C14:0), palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında miristik asit değerleri kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 2,06, % 1,99, % 2,09 ve % 2,10 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresiyle birlikte bu değerlerde artış gözlenmiştir. Tüm gruplarda depolama süresi boyunca istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir. Depolamanın 0, 3, 8 ve 12. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında ise farklılık gözlenmiştir. Palmitik asit oranına baktığımızda depolamanın başlangıcında en yüksek palmitik asit değerleri kontrol ve % 0,2 nisin grubunda, % 13,89 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte palmitik asit oranında artış gözlenmiş depolamanın son gününde en yüksek değer % 14,66 ile % 0,8 nisin muamele grubunda gözlenmiştir. Palmitik asitten sonra öne çıkan bir diğer yağ asidi ise stearik asit olmuştur. Stearik asit oranı depolamanın başlangıcında 3,80 ile 3,99 arasında olduğu belirlenmiştir. Diğer doymuş yağ asitlerine benzer şekilde depolama süresiyle birlikte stearik asit oranında da artış olmuştur.

Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında kontrol grubu levrek filetolarının toplam doymuş yağ asitleri (SFA) oranını % 19,21 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca SFA değerinde artışlar olduğunu, kontrol grubu için duysal red günü olan depolamanın 8. gününde toplam SFA değerinin % 24,49' a yükseldiği ve depolamanın sonunda (12. gün) ise bu değer % 24,05 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen SFA değerleri depolama boyunca (0. gün hariç) araştırmacının sonuçlarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitlerinin kontrol grubu için sırasıyla, palmitik asit (% 12,86), stearik asit (% 3,18) ve miristik asit (% 2,50) olduğunu rapor etmiştir. Durmuş ve Özoğul (2018) tarafından bildirilen sonuçlar mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Kocatepe ve Turan (2012) kültür levreklerinde SFA oranının % 24,2 olduğunu ve SFA içerisinde en fazla bulunan yağ asidinin ise palmitik (% 64) doymuş yağ asidi olduğunu bildirmiştir. Baki vd., (2015) doğal ve kültür levreğinin toplam doymuş yağ asitleri oranlarını sırasıyla % 26,50 ve % 25,11 olduğunu belirlemiştir. Sağlık vd., (2003), hem kültür hem de doğal levrekte yüksek oranda doymuş yağ asitlerinden palmitik asit (C16:0) tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Periago vd., (2005), doğal ve çiftlik levreklerinde palmitik (C16:0) asitin en fazla bulunan doymuş yağ asidi olduğunu tespit etmişlerdir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından doymuş yağ asitlerinin (SFA) kültür levreklerinde oldukça yüksek oranda bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Özyurt vd., (2005) levrek filetolarının başlıca doymuş yağ asitlerinin palmitik asit (C16: 0) olduğunu bildirmişlerdir. Alasalvar vd., (2002), hem doğal hem de kültür levreğinde SFA içerisinde C16:0 (palmitik) ve C18:0 (stearik)'in temel yağ asitlerini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Çiftlik levreğinin doğadan yakalanan levrek ile kıyaslandığında daha yüksek oranda C14:0 ve C20:0 yağ asitlerine sahip olmasına karşın C16:0 ve C18:0 yağ asitleri açısından daha düşük oranda olduğunu rapor etmişlerdir. Toplam doymuş yağ asitleri yüzdesi doğal levrekte çiftlik levreğine kıyasla daha yüksek olmuştur. Çiftlik ve doğal levreklerde toplam lipit içeriğinin ve yağ asidi oranları kullanılarak ayırt edileceği ve bu farklılık balıkların diyet bileşenlerine bağlı olabileceğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar doğrultusunda palmitik, stearik ve miristik asit oranları literatür ile uyumlu olarak bulunmuştur. Fakat toplam SFA oranının diğer çalışmalara kıyasla daha düşük oranlarda olduğu gözlenmiştir. Bu durumun araştırılan balıkların yetiştirildiği bölgenin farklı olması, beslemede kullanılan yem içeriği, su sıcaklığı, tuzluluk vb. çevresel koşullar gibi değişkenlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarının toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) Tablo 2' de verilmiştir.



**Tablo 2.** Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) değişimleri (N:3)

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
<b>C14:1</b>	0,05±0,06 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,01 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,02±0,02 <sup>Ca</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Bc</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,03±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,09±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,00 <sup>Aa</sup>	0,08±0,00 <sup>Ab</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C15:1</b>	0,00±0,00 <sup>Bb</sup>	0,03±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,01 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,02±0,01 <sup>Ca</sup>	0,02±0,00 <sup>Bc</sup>	0,03±0,00 <sup>ABa</sup>	0,04±0,01 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,03±0,00 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,00±0,00 <sup>Bb</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,03±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,00±0,00 <sup>Bb</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,03±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,01 <sup>Aa</sup>	0,04±0,00 <sup>Aa</sup>	0,04±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C16:1</b>	2,93±0,08 <sup>Aa</sup>	2,84±0,01 <sup>Aa</sup>	2,85±0,16 <sup>Aa</sup>	2,95±0,04 <sup>Ab</sup>	2,90±0,03 <sup>Ac</sup>	2,92±0,16 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	2,84±0,11 <sup>ABa</sup>	2,83±0,04 <sup>Ab</sup>	2,82±0,00 <sup>ABa</sup>	2,75±0,14 <sup>Bb</sup>	2,99±0,01 <sup>Ab</sup>	2,91±0,05 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,2</b>
	2,88±0,01 <sup>Ca</sup>	2,89±0,02 <sup>Ca</sup>	2,77±0,00 <sup>Da</sup>	2,98±0,00 <sup>Ba</sup>	3,08±0,02 <sup>Aa</sup>	3,00±0,00 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,4</b>
	2,87±0,10 <sup>Ba</sup>	2,87±0,01 <sup>Ba</sup>	2,86±0,05 <sup>Ba</sup>	2,91±0,05 <sup>Bab</sup>	3,08±0,00 <sup>Aa</sup>	3,13±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C17:1</b>	0,11±0,08 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,01 <sup>Ac</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,12±0,08 <sup>Ba</sup>	0,06±0,01 <sup>Ba</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,22±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,05±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Ac</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,07±0,01 <sup>Ba</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,20±0,01 <sup>Ab</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C18:1n9</b>	24,65±0,28 <sup>Ab</sup>	23,91±0,10 <sup>Bb</sup>	23,57±0,19 <sup>Bb</sup>	23,34±0,13 <sup>Bb</sup>	22,44±0,45 <sup>Cc</sup>	22,12±0,06 <sup>Cc</sup>	<b>Kontrol</b>
	25,37±0,03 <sup>Aa</sup>	25,09±0,18 <sup>ABa</sup>	24,95±0,18 <sup>ABCa</sup>	24,65±0,57 <sup>ABCa</sup>	24,60±0,35 <sup>BCb</sup>	24,20±0,08 <sup>Cb</sup>	<b>% 0,2</b>
	25,86±0,09 <sup>Aa</sup>	25,12±0,03 <sup>Ba</sup>	24,95±0,05 <sup>Ba</sup>	25,01±0,06 <sup>Ba</sup>	24,43±0,40 <sup>Cb</sup>	24,82±0,02 <sup>BCa</sup>	<b>% 0,4</b>
	25,55±0,21 <sup>Ba</sup>	25,37±0,13 <sup>Ba</sup>	25,37±0,13 <sup>Ba</sup>	25,23±0,02 <sup>Ba</sup>	26,08±0,17 <sup>Aa</sup>	24,39±0,37 <sup>Cab</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C18:1n7</b>	2,34±0,00 <sup>Aa</sup>	2,26±0,14 <sup>Aa</sup>	2,39±0,01 <sup>Aa</sup>	2,39±0,00 <sup>Aa</sup>	2,39±0,01 <sup>Ab</sup>	2,29±0,11 <sup>Ab</sup>	<b>Kontrol</b>
	2,34±0,04 <sup>CDa</sup>	2,31±0,01 <sup>Da</sup>	2,34±0,01 <sup>CDa</sup>	2,38±0,01 <sup>BCa</sup>	2,41±0,02 <sup>ABb</sup>	2,45±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	2,36±0,01 <sup>Aa</sup>	2,36±0,02 <sup>Aa</sup>	2,51±0,14 <sup>Aa</sup>	2,38±0,02 <sup>Aa</sup>	2,46±0,01 <sup>Aa</sup>	2,44±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	2,40±0,04 <sup>BCa</sup>	2,35±0,01 <sup>Ca</sup>	2,38±0,04 <sup>Ca</sup>	2,40±0,00 <sup>BCa</sup>	2,44±0,00 <sup>Ba</sup>	2,51±0,02 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C20:1n9</b>	2,05±0,01 <sup>Cc</sup>	2,16±0,01 <sup>ABb</sup>	2,11±0,08 <sup>BCa</sup>	2,19±0,01 <sup>ABa</sup>	2,20±0,02 <sup>Abc</sup>	2,17±0,01 <sup>ABa</sup>	<b>Kontrol</b>
	2,15±0,02 <sup>Ab</sup>	2,13±0,01 <sup>Ab</sup>	2,18±0,06 <sup>Aa</sup>	2,20±0,00 <sup>Aa</sup>	2,17±0,02 <sup>Ac</sup>	2,13±0,04 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	2,13±0,06 <sup>BCbc</sup>	2,29±0,06 <sup>Aa</sup>	2,22±0,07 <sup>ABa</sup>	2,03±0,04 <sup>Cb</sup>	2,30±0,02 <sup>Aa</sup>	2,19±0,05 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,4</b>
	2,27±0,01 <sup>Aa</sup>	2,14±0,01 <sup>Ab</sup>	2,29±0,13 <sup>Aa</sup>	2,27±0,04 <sup>Aa</sup>	2,24±0,03 <sup>Ab</sup>	2,22±0,13 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C22:1n9</b>	0,23±0,01 <sup>Cb</sup>	0,23±0,00 <sup>BCb</sup>	0,25±0,01 <sup>Aa</sup>	0,12±0,00 <sup>Dd</sup>	0,24±0,01 <sup>ABCb</sup>	0,24±0,00 <sup>ABa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,23±0,00 <sup>ABab</sup>	0,22±0,00 <sup>Bb</sup>	0,23±0,00 <sup>ABab</sup>	0,24±0,01 <sup>Ab</sup>	0,24±0,01 <sup>Ab</sup>	0,24±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,24±0,01 <sup>BCab</sup>	0,24±0,00 <sup>ABa</sup>	0,23±0,00 <sup>Cb</sup>	0,22±0,00 <sup>Dc</sup>	0,25±0,00 <sup>Aa</sup>	0,24±0,01 <sup>BCa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,25±0,01 <sup>ABa</sup>	0,23±0,01 <sup>Bb</sup>	0,25±0,01 <sup>ABa</sup>	0,26±0,01 <sup>Aa</sup>	0,24±0,00 <sup>ABab</sup>	0,24±0,02 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C24:1n9</b>	0,07±0,00 <sup>Ba</sup>	0,07±0,00 <sup>Ba</sup>	0,07±0,00 <sup>Ba</sup>	0,07±0,00 <sup>Ba</sup>	0,07±0,01 <sup>Ba</sup>	0,09±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,06±0,00 <sup>Ba</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,01 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,07±0,01 <sup>Aa</sup>	0,07±0,01 <sup>Aa</sup>	0,07±0,01 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,07±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>ΣMUFA</b>	32,42±0,18 <sup>Ac</sup>	31,62±0,08 <sup>Bc</sup>	31,40±0,06 <sup>Bc</sup>	31,25±0,33 <sup>Bb</sup>	30,41±0,45 <sup>Cc</sup>	30,00±0,35 <sup>Cb</sup>	<b>Kontrol</b>
	33,14±0,13 <sup>Ab</sup>	32,78±0,13 <sup>Ab</sup>	32,76±0,25 <sup>Ab</sup>	32,48±0,72 <sup>Aa</sup>	32,66±0,40 <sup>Ab</sup>	32,32±0,06 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	33,67±0,02 <sup>Aa</sup>	33,15±0,13 <sup>Ba</sup>	32,92±0,17 <sup>Bb</sup>	32,88±0,12 <sup>Ba</sup>	32,78±0,40 <sup>Bb</sup>	32,91±0,10 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,4</b>
	33,55±0,06 <sup>Ba</sup>	33,14±0,16 <sup>Ca</sup>	33,38±0,09 <sup>BCa</sup>	33,31±0,01 <sup>BCa</sup>	34,35±0,20 <sup>Aa</sup>	32,85±0,33 <sup>Ca</sup>	<b>% 0,8</b>

<sup>a-d</sup> Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

<sup>A-E</sup> Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Depolama süresi boyunca MUFA değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. Depolamanın başlangıcında toplam MUFA değerleri kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 32,42, % 33,14, % 33,67 ve % 33,55 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise en düşük MUFA değeri kontrol grubunda % 30,00 olarak gözlenmiştir. Toplam tekli doymamış yağ

asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitleri tüm gruplarda palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1n9), vaksenik asit (C18:1n7) ve eikosenoik asit (C20:1n9) olarak belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında palmitoleik asit oranının % 2,84 ile % 2,93 arasında olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda kontrol grubu haricinde tüm nisin muamele gruplarındaki palmitoleik asit oranında artışlar gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca günler arasında yalnızca kontrol grubunda istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ( $p>0.05$ ). Gruplar arasına bakıldığında ise depolamanın 8. ve 10. günlerinde istatistiksel farklılık gözlenirken diğer günlerde tüm gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Tekli doymamış yağ asitlerinin büyük bir çoğunluğunu oleik asit oluşturmaktadır. Depolamanın başlangıcında oleik asit oranı kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 24,65, % 25,37, % 25,86 ve % 25,55 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte oleik asit oranında düşüşler gözlenmiştir. Depolama boyunca kontrol grubu ile nisin muamele grupları arasında istatistiksel farklılık tespit edilmiştir. Depolama sonunda en düşük oleik asit oranı kontrol grubunda % 22,12 olarak tespit edilmiştir. Diğer bir önemli tekli doymamış yağ asidi olan vaksenik asit oranının, depolamanın başlangıcında % 2,34 ile % 2,40 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kontrol ve % 0,4 nisin grubunda günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Gruplar arasında ise depolamanın 10 ve 12. günlerinde istatistiksel farklılık gözlenirken diğer günlerde tüm gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. Eikosenoik asit oranına bakıldığında ise en düşük değerin % 2,05 ile depolamanın başlangıcında kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. % 0,8 nisin grubu ile % 0,2 nisin grubunda depolama süresi boyunca günler arasında istatistiksel farklılık tespit edilmezken, kontrol ve % 0,4 nisin grubunda günler arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir. Gruplar arasını ele aldığımızda ise depolamanın 6. ve 12. günlerinde tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) oranını % 35,88 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca MUFA değerinde azalışlar olduğunu, kontrol grubu için duyuşal açıdan sınır değerlerin aşıldığı 8. günde toplam MUFA değerinin % 33,35'e düştüğünü ve depolamanın sonunda (12. gün) ise bu değerin % 28,80 olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen MUFA değerleri araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Depolama boyunca MUFA değerinde düşüşler gözlenmiştir. MUFA oranı açısından ise çalışmamızda daha düşük değerler bulunmuştur. Tekli doymamış yağ asitleri arasında en çok palmitoleik ve oleik asit olduğunu bildiren Durmuş ve Özoğul (2018), MUFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin oleik asit olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar mevcut çalışmada da tespit edilmiştir. Kocatepe ve Turan (2012) kültür levreklerinde tekli doymamış (MUFA) yağ asitleri oranını % 31 olarak belirlemiştir. Baki vd., (2015) tekli doymamış yağ asitlerinin ( $\Sigma$ MUFA) doğal ve kültür levreklerinde sırasıyla % 27,55 ve % 30,14 olarak tespit etmişlerdir. Alasalvar vd., (2002), hem doğal hemde kültür levreğinde en fazla oranda bulunan tekli doymamış yağ asidini C18:1n-9 (oleik) olduğunu rapor etmişlerdir. Çiftlik levreğinin doğadan yakalanan levrek ile kıyaslandığında daha yüksek oranda C18:1n-9, C20:1n-9 ve C22:1n-9 yağ asitlerine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Doğal levrekte çiftlik levreğine kıyasla toplam monoenoik yağ asit içeriğinin daha düşük olduğunu gözlemlemişlerdir. Özyurt vd., (2005) levrek filetolarının başlıca MUFA yağ asitlerinin oleik asit (18:1n9) olduğu bildirmiştir. Sağlık vd., (2003), hem kültür hem de doğal levreklerde yüksek oranda oleik asit (C18:1n-9) olduğunu tespit etmişlerdir. Lenas vd., (2011) hem doğal hem de çiftlik levreğinde perivisceral yağda baskın olan yağ asidinin oleik asit (C18:1n-9) olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra doğal levrekte C16:1n-7, C22:1n-9 ve C20:1n-9 yağ asitleri dominant iken, C20:1n-9, C22:1n-9 ve C16:1n-7 yağ asitleri de kültür levreğinde baskın olarak tespit etmişlerdir. Periago vd., (2005), doğal ve çiftlik levreklerinde MUFA'lar içerisinde en fazla bulunan yağ asidinin oleik asit (C18:1n9) olduğunu, yağ asitleri kompozisyonu bakımından tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) kültür levreklerinde oldukça yüksek oranda bulunduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada tespit edilen MUFA oranları literatür ile uyumlu ve temel tekli doymamış yağ asitleri açısından benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarının çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranları, Tablo 3' te verilmiştir.

**Tablo 3.** Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değişimleri (N:3)

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
<b>C18:2n6</b>	18,21±0,09 <sup>Aa</sup>	18,10±0,01 <sup>Ab</sup>	18,19±0,14 <sup>ABab</sup>	17,10±0,10 <sup>Cb</sup>	17,71±0,18 <sup>Bc</sup>	17,68±0,16 <sup>Ba</sup>	<b>Kontrol</b>
	18,59±0,16 <sup>Aa</sup>	18,37±0,08 <sup>ABab</sup>	18,10±0,01 <sup>Aab</sup>	18,27±0,09 <sup>Aa</sup>	18,14±0,09 <sup>Abc</sup>	18,22±0,74 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	18,65±0,20 <sup>Aa</sup>	18,52±0,42 <sup>ABab</sup>	17,95±0,11 <sup>Ab</sup>	18,38±0,08 <sup>Aa</sup>	18,38±0,35 <sup>ABab</sup>	18,48±0,41 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	18,63±0,27 <sup>ABa</sup>	18,74±0,10 <sup>ABa</sup>	18,36±0,09 <sup>BCa</sup>	18,41±0,23 <sup>ABCa</sup>	18,81±0,06 <sup>Aa</sup>	18,21±0,03 <sup>Ca</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C18:3n3</b>	3,16±0,04 <sup>Bbc</sup>	3,25±0,01 <sup>ABa</sup>	3,34±0,02 <sup>Aa</sup>	3,34±0,01 <sup>ABab</sup>	3,27±0,01 <sup>Ab</sup>	3,25±0,08 <sup>ABa</sup>	<b>Kontrol</b>
	3,11±0,04 <sup>Bc</sup>	3,22±0,01 <sup>ABa</sup>	3,22±0,05 <sup>ABab</sup>	3,34±0,01 <sup>ABab</sup>	3,37±0,01 <sup>Aa</sup>	3,08±0,14 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,2</b>
	3,27±0,06 <sup>ABab</sup>	3,22±0,13 <sup>ABa</sup>	3,11±0,05 <sup>Bb</sup>	3,25±0,06 <sup>ABb</sup>	3,38±0,02 <sup>Aa</sup>	3,27±0,02 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,4</b>
	3,32±0,06 <sup>Aa</sup>	3,24±0,01 <sup>Aa</sup>	3,31±0,10 <sup>Aa</sup>	3,35±0,02 <sup>Aa</sup>	3,39±0,02 <sup>Aa</sup>	3,20±0,14 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C20:2cis</b>	0,11±0,04 <sup>Aa</sup>	0,13±0,00 <sup>Aa</sup>	0,10±0,04 <sup>Aa</sup>	0,14±0,01 <sup>Aa</sup>	0,13±0,01 <sup>Aa</sup>	0,13±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,10±0,04 <sup>Ba</sup>	0,14±0,01 <sup>Aa</sup>	0,14±0,01 <sup>Aa</sup>	0,13±0,00 <sup>ABa</sup>	0,13±0,00 <sup>ABa</sup>	0,13±0,01 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,11±0,04 <sup>Aa</sup>	0,10±0,04 <sup>Aa</sup>	0,11±0,04 <sup>Aa</sup>	0,12±0,04 <sup>Aa</sup>	0,12±0,00 <sup>Aa</sup>	0,13±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,10±0,04 <sup>Aa</sup>	0,10±0,04 <sup>Aa</sup>	0,07±0,00 <sup>Aa</sup>	0,13±0,01 <sup>Aa</sup>	0,12±0,00 <sup>Aa</sup>	0,12±0,01 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C20:3n6</b>	0,28±0,01 <sup>Ca</sup>	0,29±0,00 <sup>BCab</sup>	0,31±0,01 <sup>Bab</sup>	0,30±0,00 <sup>BCb</sup>	0,29±0,01 <sup>BCc</sup>	0,48±0,02 <sup>Ab</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,28±0,01 <sup>Ba</sup>	0,28±0,01 <sup>Bb</sup>	0,29±0,01 <sup>Bbc</sup>	0,29±0,00 <sup>Bb</sup>	0,29±0,00 <sup>Bc</sup>	0,65±0,06 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,28±0,01 <sup>BCa</sup>	0,30±0,01 <sup>ABa</sup>	0,27±0,00 <sup>Cc</sup>	0,28±0,01 <sup>Cc</sup>	0,32±0,00 <sup>Aa</sup>	0,29±0,00 <sup>BCc</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,30±0,01 <sup>Ba</sup>	0,29±0,00 <sup>Bab</sup>	0,31±0,01 <sup>Ba</sup>	0,32±0,01 <sup>Ba</sup>	0,31±0,01 <sup>Bb</sup>	0,47±0,06 <sup>Ab</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C20:4n6</b>	0,98±0,00 <sup>Db</sup>	1,04±0,01 <sup>BCb</sup>	1,10±0,04 <sup>Aa</sup>	1,02±0,00 <sup>CDc</sup>	1,09±0,01 <sup>ABa</sup>	1,02±0,01 <sup>CDb</sup>	<b>Kontrol</b>
	1,05±0,02 <sup>Ba</sup>	1,05±0,01 <sup>Bb</sup>	1,12±0,04 <sup>Aa</sup>	1,13±0,00 <sup>Aa</sup>	1,05±0,01 <sup>Bb</sup>	1,09±0,03 <sup>ABab</sup>	<b>% 0,2</b>
	1,00±0,01 <sup>Bb</sup>	1,11±0,01 <sup>Aa</sup>	1,01±0,00 <sup>Ba</sup>	1,00±0,01 <sup>Bd</sup>	1,07±0,01 <sup>Ab</sup>	1,11±0,04 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	1,06±0,01 <sup>Aa</sup>	1,06±0,01 <sup>Ab</sup>	1,07±0,06 <sup>Aa</sup>	1,10±0,01 <sup>Ab</sup>	1,06±0,01 <sup>Ab</sup>	1,05±0,04 <sup>ABab</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C20:5n3</b>	4,01±0,01 <sup>Da</sup>	4,17±0,01 <sup>Ba</sup>	4,08±0,02 <sup>Ca</sup>	4,24±0,01 <sup>Aa</sup>	4,01±0,01 <sup>Db</sup>	4,00±0,02 <sup>Da</sup>	<b>Kontrol</b>
	3,99±0,06 <sup>Ba</sup>	4,24±0,06 <sup>Aa</sup>	4,08±0,04 <sup>Ba</sup>	4,05±0,02 <sup>Bc</sup>	4,25±0,03 <sup>Aa</sup>	4,01±0,11 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,2</b>
	3,98±0,08 <sup>ABa</sup>	3,96±0,06 <sup>Bb</sup>	4,09±0,01 <sup>ABa</sup>	4,15±0,02 <sup>Ab</sup>	4,00±0,02 <sup>ABb</sup>	3,92±0,11 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,4</b>
	3,94±0,01 <sup>Ca</sup>	4,13±0,00 <sup>ABa</sup>	4,00±0,10 <sup>BCa</sup>	4,21±0,02 <sup>Aa</sup>	4,04±0,04 <sup>ABCb</sup>	4,20±0,13 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C22:2cis</b>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,01±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,03±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	0,00±0,00 <sup>Ba</sup>	0,00±0,00 <sup>Ba</sup>	0,00±0,00 <sup>Ba</sup>	0,01±0,00 <sup>ABa</sup>	0,00±0,00 <sup>Ba</sup>	0,01±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,01±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>C22:6n3</b>	8,83±0,28 <sup>Aa</sup>	8,66±0,00 <sup>ABa</sup>	8,07±0,08 <sup>Dc</sup>	8,21±0,08 <sup>CDb</sup>	8,50±0,08 <sup>BCb</sup>	8,08±0,01 <sup>Dd</sup>	<b>Kontrol</b>
	8,93±0,11 <sup>BCa</sup>	8,98±0,23 <sup>Ba</sup>	9,49±0,01 <sup>Aa</sup>	9,17±0,09 <sup>Ba</sup>	9,17±0,06 <sup>Ba</sup>	8,68±0,04 <sup>Cc</sup>	<b>% 0,2</b>
	9,18±0,04 <sup>Aa</sup>	9,00±0,93 <sup>Aa</sup>	9,23±0,04 <sup>Ab</sup>	9,20±0,07 <sup>Aa</sup>	9,11±0,21 <sup>Aa</sup>	8,88±0,03 <sup>Ab</sup>	<b>% 0,4</b>
	9,50±0,52 <sup>Aa</sup>	8,87±0,01 <sup>Ba</sup>	9,35±0,07 <sup>ABab</sup>	9,31±0,10 <sup>ABa</sup>	9,15±0,08 <sup>ABa</sup>	9,08±0,04 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>ΣPUFA</b>	35,56±0,20 <sup>Ab</sup>	35,64±0,02 <sup>Aa</sup>	35,18±0,22 <sup>ABc</sup>	34,34±0,01 <sup>Dc</sup>	34,97±0,27 <sup>BCb</sup>	34,64±0,51 <sup>CDb</sup>	<b>Kontrol</b>
	36,03±0,31 <sup>ABab</sup>	36,26±0,34 <sup>Aa</sup>	36,41±0,07 <sup>Aa</sup>	36,37±0,01 <sup>Ab</sup>	36,38±0,18 <sup>Aa</sup>	36,62±0,58 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	36,46±0,21 <sup>ABab</sup>	36,20±0,46 <sup>Aa</sup>	35,75±0,16 <sup>Ab</sup>	36,36±0,11 <sup>Ab</sup>	36,36±0,20 <sup>Aa</sup>	36,97±0,40 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	36,83±0,69 <sup>Aa</sup>	36,43±0,13 <sup>Aa</sup>	36,47±0,24 <sup>Aa</sup>	36,81±0,28 <sup>Aa</sup>	36,85±0,14 <sup>Aa</sup>	36,84±0,15 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>

<sup>a-d</sup> Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

<sup>A-E</sup> Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Depolama süresi sonunda PUFA değerlerinde kontrol grubu haricinde artışlar tespit edilmiştir. Fakat bu artışlar istatistiksel açıdan önemsiz olarak bulunmuştur. Depolamanın başlangıcında toplam PUFA değerleri kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 35,56, % 36,03, % 36,46 ve % 36,83 olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise en düşük PUFA değeri kontrol grubunda % 34,64 olarak gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca kontrol grubu haricinde muamele gruplarının tamamında günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

Gruplar arasında ise depolamanın 3. günü hariç diğer tüm günlerde gruplar arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir.

Toplam çoklu doymamış yağ asitleri arasında en yüksek değere sahip yağ asitleri tüm gruplarda linoleik asit (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3) olarak belirlenmiştir. Linoleik asit (C18:2n6) PUFA grubu içerisinde yer alan en önemli yağ asitlerinin başında gelmektedir. Depolamanın başlangıcında bu yağ asidinin oranı, kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 18,21, % 18,59, % 18,65 ve % 18,63 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresi ile birlikte bu değerlerde düşüş gözlenmiştir. Depolamanın sonunda ise linoleik asit oranı sırasıyla % 17,68, % 18,22, % 18,48 ve % 18,21 olmuştur. Depolama süresince günler arasında % 0,2 ile % 0,4 nisin grupları için istatistiksel farklılıklar gözlenmemiştir. Gruplar arasında bakıldığında ise depolamanın başlangıcında ve sonunda tüm gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken ( $p>0.05$ ) diğer günlerde tüm gruplarda istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Diğer önemli bir PUFA olan linolenik asidin (C18:3n3) oranı ise depolamanın başlangıcında % 3,11 ile % 3,32 arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca günler arasında linolenik asit bakımından % 0,8 nisin grubunda istatistiksel farklılık belirlenmezken diğer gruplarda, günler arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Gruplar arasında bakıldığında depolamanın 3. ve 12. günlerinde tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmezken diğer günlerde farklılıklar belirlenmiştir.

İnsan sağlığı ve beslenmesi açısından oldukça önemli değeri olan çoklu doymamış yağ asitlerinden birisi de eikosapentaenoik (EPA) asittir. Depolama başlangıcında EPA oranı kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 4,01, % 3,99, % 3,98 ve % 3,94 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresince günler arasında tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmiştir. Gruplar arasında ele aldığımızda ise depolamanın 0, 6 ve 12. günlerinde istatistiksel farklılık tespit edilememesine karşın diğer günlerde istatistiksel farklılık tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek EPA değeri depolamanın 10. gününde % 4,25 ile % 0,2 nisin grubunda belirlenmesine karşılık en düşük EPA değeri ise depolamanın 12. gününde % 3,92 ile % 0,4 nisin grubunda gözlenmiştir.

Diğer bir önemli çoklu doymamış yağ asidi ise dokosaheksaenoik asit (DHA)'tir. Depolama başlangıcında DHA oranı kontrol, % 0,2, % 0,4 ve % 0,8 nisin muamele grupları için sırasıyla % 8,83, % 8,93, % 9,18 ve % 9,50 olarak belirlenmiştir ve bu değerler depolama süresi ile birlikte azalmıştır. Depolamanın sonunda ise DHA oranı sırasıyla % 8,08, % 8,68, % 8,88 ve % 9,08 olarak tespit edilmiştir. En yüksek DHA oranı depolamanın başlangıcında % 9,50 ile % 0,8 nisin muamele grubunda, en düşük DHA oranı ise depolamanın 6. gününde % 8,07 ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Yalnızca % 0,4 nisin muamele grubunda günler arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken diğer gruplarda günler arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Gruplar arası istatistiksel değerlendirmesinde ise depolamanın başlangıcı ve 3. gününde tüm gruplarda istatistiksel farklılık gözlenmezken, diğer günlerde ise kontrol ve muamele grupları arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir. Depolama boyunca nisin muamele gruplarının DHA değeri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nisin uygulaması balık kasındaki DHA oranını kontrol grubuna göre daha iyi koruduğu belirlenmiştir.

DHA ve EPA'nın insanlarda koroner kalp hastalıklarına karşı koruyucu etkisi olduğu bilinmektedir (Osibona vd., 2009). Bu nedenle gıdalarda EPA ve DHA değerleri önem arz etmektedir. Bu çalışmada kontrol ve nisin grupları (% 0,2, % 0,4 ve % 0,8) için EPA+DHA'nın başlangıç değerleri (0. gün için) sırasıyla % 12,84, % 12,92, % 13,16 ve % 13,44 olarak bulunmuştur. Bu uzun zincirli çoklu doymamış iki yağ asidi oksidasyona duyarlı bileşiklerdir ve bunların balık ürünlerinin lipid bileşimindeki içerikleri, işleme ve koruma yöntemleri (sıcaklık, koruyucuların varlığı ve depolama süresi gibi) ile değiştirilebilir (Sampaio vd., 2006). Bu durum, çalışmamızda  $4\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 12 günlük depolama süresince EPA+DHA değerlerinde meydana gelen azalmayı açıklamaktadır. Ayrıca, muamele grubunda gözlenen daha yüksek değerler, nisinin antioksidan aktivitesine bağlı olabilir, ki bu da levrek kas dokusundaki yüksek lipid oksidasyonunu inhibe etmiştir.

Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) oranını % 29,25 olarak rapor ederken depolama süresi boyunca PUFA değerinde düşüşler olduğunu, kontrol grubu için duyuşal açıdan kabul edilebilir sınır değerlerinin aşıldığı 8. günde toplam PUFA değerinin % 23,86' e düştüğü ve depolamanın sonunda (12. gün) ise bu değerinin % 20,94 olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen PUFA değerlerinin araştırmacıların bildirdiği

sonuçlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yapmış olduğu çalışmada çoklu doymuş yağ asitleri arasında en çok linoleik asit, EPA ve DHA olduğunu bildiren Durmuş ve Özoğul (2018), depolamanın başlangıcında bu yağ asitlerini kontrol grubu için sırasıyla % 14,52, % 4,21 ve % 8,09 olarak bildirmiştir. Çalışmamızda ise bu yağ asitlerinin temel yağ asitleri olduğu fakat oranının ise daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca PUFA içerisinde en yüksek oranda bulunan yağ asidinin linoleik asit olduğunu bildiren araştırmacı ile aynı sonuca varılmıştır. Kocatepe ve Turan (2012) kültür levreklerinin yağ asidi bileşiminde, % 33,2 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olduğunu bildirmişlerdir. Çoklu doymamış yağ asitleri içerisinde temel yağ asitlerinin linoleik asit (LA), dokosaheksaenoik asit (DHA) ve eikosapentaenoik asit (EPA) olduğunu rapor etmişlerdir. Baki vd., (2015) doğal ve kültür levreklerinin toplam çoklu doymamış yağ asitlerinin oranlarını sırasıyla % 35,06 ve % 33,82 olarak bildirmişlerdir. Kültür levreklerinde linoleik asit ve linolenik asit değerlerinin ve doğal levrekte ise EPA ve DHA değerlerinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Sağlık vd., (2003), hem kültür hem de doğal levrekte çoklu doymamış yağ asitlerinden linoleik asit (C18:2n-6) ve araşidonik asit (C20:4n-6) oranının yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Eikosapentaenoik asit (20:5n-3) ve dokosaheksaenoik asit (22:6n-3) oranının yetiştiriciliği yapılan balık türlerinde doğadan avlanan türlerine göre önemli derecede daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Lenas vd., (2011) dokosaheksaenoik asitin (DHA, C22:6n3) doğal balık filetosunda baskın olduğunu, çiftlik balıklarında ise linoleik asitin (C18:2n-6) daha fazla oranda bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar kültür levrek filetosundaki mevcut linoleik asitin yüksek olması ve n-3/n-6 oranının azalmasının büyük bir ihtimalle balıkların karasal bitki yağları açısından zengin kaynaklarla beslendiğinin göstergesi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda çiftlik balıklarına kıyasla doğal levreğin sağlık açısından önemli ölçüde daha yüksek konsantrasyonda yağ asitlerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Alasvar vd., (2002), hem doğal hem de kültür levreğinde C20:5n-3 (EPA) ve 22:6n-3 (DHA) yağ asitlerinin temel PUFA'ları oluşturduğunu belirlemişlerdir. Çiftlik levreğinin doğadan yakalanan levrek ile kıyaslandığında daha yüksek oranda C18:2n-6 ve C20:3n-6 yağ asitlerine sahip olmasına karşın C20:4n-6, C20:5n-3, C22:4n-3, C22:5n-3 ve C22:6n-3 yağ asitleri açısından daha düşük oranda olduğu belirlenmiştir. n-3/n-6 oranını yanı sıra toplam polienoik yağ asitleri yüzdesi doğal levrekte çiftlik levreğine kıyasla daha yüksek olmuştur. Periago vd., (2005), doğal ve çiftlik levreklerinde PUFA açısından en fazla bulunan yağ asitlerinin linoleik (C18:2n6) ve dokosaheksanoik (C22:6n3) asitleri olduğunu bildirmişlerdir. Yağ asitleri kompozisyonu bakımından doymuş yağ asitleri (SFA) ve tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) kültür levreklerinde oldukça yüksek oranda bulunmasına karşılık, doğal levreklerde çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) oldukça yüksek oranlarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar toplam n-3 yağ asitlerinin doğal ve kültür levreklerinde önemli farklılıklar göstermediğini linoleik (C18:2n6) ve DHA (C22:6n3) içeriğinin doğal levrek örneklerinde oldukça yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Mevcut çalışmada yukarıda belirtilen araştırmacılar ile benzer sonuçlar bulunduğu gözlenmiştir. Depolama sonunda (12. gün) levrek filetoları için, nisin ile muamele edilen örneklerde EPA ve DHA içeriğinde yüzeysel bir artış olmuştur. Soğuk depolamanın sonunda, nisin ile muamele edilen örneklerde çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriği artmıştır. Bu durum nisinin tek başına soğuk depolama koşullarında düşük miktarlarda da olsa oksitlenmeyi önleyebildiği ve antioksidan etkisinin olduğunu göstermektedir. Ghomi vd., (2011)'nin ot sazanı ile yaptığı nisin çalışması da mevcut çalışmayı destekler niteliktedir. Araştırmacılar depolama sonunda (8. gün) ot sazanı fileto dilimleri için, sodyum asetat ile kombinasyon halinde kullanılan nisin ile muamele edilen örneklerde EPA ve DHA içeriğinde yüzeysel bir artış olduğunu ve soğuk depolamanın sonunda, % 0,3 sodyum asetat ile muamele edilen örneklerde çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriğinin arttığını ve doymuş yağ asit içeriğinin de aynı şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

Mevcut araştırmada tüm gruplarda en yüksek yağ asitleri grubu sırasıyla PUFA, MUFA ve SFA olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çiftlik üretimi olan levreklerin yağ asitleri kompozisyonu üzerinde çalışan Kocatepe ve Turan (2012) ile Durmuş (2016) tarafından bildirilen sonuçlar ile farklılık göstermekte olup araştırmacılar en yüksek oranı MUFA'ların oluşturduğunu kaydetmişlerdir. Bu farklılığın nedeni muhtemelen balık yemi bileşimi, balıkların yetiştirildiği çiftliklerin çevresel koşulları, balık yaşı ve hatta yem katkı maddelerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak sonuçlarımız Baki vd., (2015)'nin doğal ve kültür levrekleri ile ilgili yapmış oldukları çalışma ile benzerlik göstermektedir (PUFA>MUFA>SFA). Nisini ot sazanlarına uyguladıkları bir çalışmada

Ghomi vd., (2011) yağ asidi içeriği sırasını mevcut çalışma ile benzer şekilde çoklu doymamış yağ asidi (PUFA)> tekli doymamış yağ asidi (MUFA)> doymuş yağ asidi (SFA) olarak bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri de araştırılmıştır. Omega-3 ve omega-6 yağ asitleri, insan vücudunda sentezlenmediği için dışarıdan alınması gereken esansiyel yağ asitleridir. Omega yağ asitleri beyin ve bağışıklık sisteminin gelişiminde önemli bir role sahiptirler. Buna ilaveten omega yağ asitleri, kalp-damar hastalıkları, hipertansiyon, bağışıklık, alerji ve sinirsel bozukluklar gibi rahatsızlıkların önlenmesinde önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Kinsella, 1987; Leaf vd., 1988; Simopoulos, 1991). Dolayısıyla, bu yağ asitleri diyetten yeterli miktarda elde edilmelidir. Bu yağ asitlerini yiyeceklerden almak insan metabolizması ve sağlığı için çok önemlidir (Brown, 2000). Omega-3 serisi yağ asitleri olan EPA ve DHA, balıklarda bol bulunan yağ asitleridir (Gordon ve Ratliff, 1992). Bu nedenle balıklar, insan metabolik aktiviteleri için gerekli olan EPA ve DHA için önemli bir beslenme kaynağıdır (Leaf ve Weber, 1988). Balık ürünlerinin depolanması süresince bu yağ asitlerinin dönüştüğü ve azaldığı bilinmektedir. Bunların korunması gıda muhafazası için önemli bir konudur. Sentetik koruyucular yerine doğal ürünlerin kullanılması hem bu yağ asitlerinin oksitlenmesini önlemede hem de insan sağlığı açısından önemlidir. Bu yüzden doğal bir ürün olan nisin balık gibi kolay bozulabilen ürünlerde kullanılması ve kalitesini artırması bu tür koruyucuların su ürünleri sektöründe kullanımını yaygınlaştıracacağı düşünülmektedir.

Nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarının  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri Tablo 4' te verilmiştir.

Kontrol ve nisin muamele gruplarında depolama süresince istatistiksel fark gözlenmiş olup depolama süresince  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA değerlerinde artış gözlenmiştir.  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA oranı 1,65 ile 1,76 arasında değiştiği gözlenmiştir. HMSO (1994) PUFA/SFA oranının en az 0,45 olması gerektiğini bildirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu oranın en düşük sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Depolamanın başlangıcında ve sonunda gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmezken depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir. Özogul vd., (2009) Akdeniz'den avladıkları 34 farklı balık türünün PUFA/SFA oranını belirledikleri çalışmalarında bu limit değerinin üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. Durmuş (2017), yapmış olduğu çalışmada *Neogobius melanostomus* türünün PUFA/SFA oranının mevsimsel olarak belirtilen limit değerinin üzerinde olduğunu rapor etmiştir.

Balık kasında bulunan lipitlerin önemli bir bölümünü  $\Sigma$ n3 oluşturmaktadır. Depolamanın başlangıcında ve sonunda en yüksek  $\Sigma$ n3 oranı, % 0,8 nisin grubunda gözlenmiştir. Depolamanın 0. ve 3. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmez iken ( $p>0.05$ ) depolamanın diğer günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). Günler arasında ise % 0,4 nisin grubunda istatistiksel farklılık gözlenmediği diğer gruplarda ise gözlendiği belirlenmiştir.  $\Sigma$ n6 oranına bakıldığı zaman en yüksek değer depolamanın başlangıcında % 0,8 nisin grubunda gözlenmiştir. Depolamanın 3. ve 12. günlerinde gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmemiştir. DHA/EPA oranları açısından ise % 0,4 nisin grubunun günler arasında istatistiksel açıdan farklı olmadığı belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek DHA/EPA oranı 2,49 ile % 0,4 nisin grubunda, en düşük oran ise depolamanın 8. gününde 1,94 ile kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir.

Doymamış yağ asitlerinin n6/n3 oranı, kanser ve kardiyovasküler hastalıkların neden olduğu mortalite ile ilişkilidir (Hoz vd., 2004). Bu oranın balık yağındaki besin değerlerini karşılaştırmak için kullanılan önemli bir indikatör olduğu (Pigott ve Tucker, 1990; Cengiz vd., 2010) ve diyetlerde 1:1 veya 2:1 kadar düşük tutulması gerektiği bildirilmiştir (Candela vd., 2011; Granados vd., 2006). HMSO (1994) göre ise bu oranın maksimum 4 olabileceği önerilmiştir. İnsan diyetinde  $\Sigma$ n6/n3 yağ asitleri oranındaki azalma, koroner kalp hastalığını önlemeye ve kanser riskini azaltmaya yardımcı olmak için şarttır (Kinsella vd., 1990). Özogul vd., (2009) Akdeniz'den yakaladıkları 34 farklı balık türünün n6/n3 oranının önerilen limit değerlerini aşmadığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Ayas vd., (2013), karidesin n6/n3 oranının 0,2 ile 0,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Durmuş (2017), yapmış olduğu çalışmada *Neogobius melanostomus* türünün n6/n3 oranının mevsimsel olarak limit değerini aşmadığını rapor etmiştir. Ghomi vd., (2011) yapmış oldukları çalışmada n6/n3 oranının belirtilen aralıkta olduğunu bildirmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada  $\Sigma$ n6/n3 oranının 1,16 ile 1,27 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre yukarıda belirtilen limit değerleri arasında olduğu, literatür çalışmalarına benzer sonuçlar elde edildiği ve insan sağlığı açısından önerilen değerlere sahip olduğu gözlenmiştir. Çalışmada kullandığımız levrek türünün düşük miktarda lipite

sahip olduğu fakat yağ asitleri bakımından insan sağlığı için önemli olan omega-3 içeriklerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Mevcut çalışma, EPA, DHA ve n6/n3 düzeyleri düşünüldüğünde, levrek türünün PUFA bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu türün insan sağlığı için gerekli yağ asitlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

**Tablo 4.** Farklı konsantrasyonlarda nisin uygulanarak soğukta depolanan levrek filetolarında depolama süresince meydana gelen  $\Sigma$ PUFA/ $\Sigma$ SFA,  $\Sigma$ n-3,  $\Sigma$ n-6, n-6/n-3, DHA/EPA içerikleri

Yağ Asitleri	Depolama Günleri						Gruplar
	0	3	6	8	10	12	
$\Sigma$ SFA	21,07±0,53 <sup>Aa</sup>	20,96±0,06 <sup>Aa</sup>	20,61±0,21 <sup>Ab</sup>	20,88±0,01 <sup>Ab</sup>	20,79±0,18 <sup>Aa</sup>	21,00±0,82 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	21,59±0,13 <sup>Aa</sup>	20,88±0,18 <sup>Ba</sup>	21,12±0,25 <sup>Bab</sup>	21,05±0,01 <sup>Bb</sup>	21,01±0,01 <sup>Ba</sup>	21,68±0,23 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	21,34±0,40 <sup>Aa</sup>	20,98±0,13 <sup>Aa</sup>	21,28±0,07 <sup>Aa</sup>	21,13±0,18 <sup>Ab</sup>	21,09±0,23 <sup>Aa</sup>	21,51±0,19 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	21,22±0,07 <sup>Ba</sup>	20,73±0,04 <sup>Ca</sup>	21,38±0,23 <sup>Ba</sup>	21,77±0,09 <sup>Aa</sup>	21,07±0,13 <sup>Da</sup>	21,94±0,16 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,8</b>
$\Sigma$ MUFA	32,42±0,18 <sup>Ac</sup>	31,62±0,08 <sup>Bc</sup>	31,40±0,06 <sup>Bc</sup>	31,25±0,33 <sup>Bb</sup>	30,41±0,45 <sup>Cc</sup>	30,00±0,35 <sup>Cb</sup>	<b>Kontrol</b>
	33,14±0,13 <sup>Ab</sup>	32,78±0,13 <sup>Ab</sup>	32,76±0,25 <sup>Ab</sup>	32,48±0,72 <sup>Aa</sup>	32,66±0,40 <sup>Ab</sup>	32,32±0,06 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	33,67±0,02 <sup>Aa</sup>	33,15±0,13 <sup>Ba</sup>	32,92±0,17 <sup>Bb</sup>	32,88±0,12 <sup>Ba</sup>	32,78±0,40 <sup>Bb</sup>	32,91±0,10 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,4</b>
	33,55±0,06 <sup>Ba</sup>	33,14±0,16 <sup>Ba</sup>	33,38±0,09 <sup>BCa</sup>	33,31±0,01 <sup>BCa</sup>	34,35±0,20 <sup>Aa</sup>	32,85±0,33 <sup>Ca</sup>	<b>% 0,8</b>
$\Sigma$ PUFA	35,56±0,20 <sup>Ab</sup>	35,64±0,02 <sup>Aa</sup>	35,18±0,22 <sup>ABc</sup>	34,34±0,01 <sup>Dc</sup>	34,97±0,27 <sup>BCb</sup>	34,64±0,51 <sup>CDb</sup>	<b>Kontrol</b>
	36,03±0,31 <sup>Aab</sup>	36,26±0,34 <sup>Aa</sup>	36,41±0,07 <sup>Aa</sup>	36,37±0,01 <sup>Ab</sup>	36,38±0,18 <sup>Aa</sup>	36,62±0,58 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	36,46±0,21 <sup>Aab</sup>	36,20±0,46 <sup>Aa</sup>	35,75±0,16 <sup>Ab</sup>	36,36±0,11 <sup>Ab</sup>	36,36±0,20 <sup>Aa</sup>	36,97±0,40 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	36,83±0,69 <sup>Aa</sup>	36,43±0,13 <sup>Aa</sup>	36,47±0,24 <sup>Aa</sup>	36,81±0,28 <sup>Aa</sup>	36,85±0,14 <sup>Aa</sup>	36,84±0,15 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,8</b>
$\Sigma$ PUFA/SFA	1,69±0,05 <sup>Aa</sup>	1,70±0,00 <sup>Ab</sup>	1,71±0,01 <sup>Aab</sup>	1,65±0,00 <sup>Ac</sup>	1,68±0,03 <sup>Ab</sup>	1,65±0,06 <sup>Aa</sup>	<b>Kontrol</b>
	1,67±0,02 <sup>Ba</sup>	1,74±0,00 <sup>Aab</sup>	1,72±0,02 <sup>Aa</sup>	1,73±0,00 <sup>Aa</sup>	1,73±0,01 <sup>Aab</sup>	1,69±0,00 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,2</b>
	1,71±0,02 <sup>Aa</sup>	1,73±0,02 <sup>Aab</sup>	1,68±0,01 <sup>Ab</sup>	1,72±0,02 <sup>Aa</sup>	1,72±0,03 <sup>Aab</sup>	1,72±0,03 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	1,74±0,04 <sup>ABa</sup>	1,76±0,03 <sup>Aa</sup>	1,71±0,01 <sup>BCab</sup>	1,69±0,01 <sup>CDb</sup>	1,75±0,00 <sup>Aa</sup>	1,68±0,01 <sup>Da</sup>	<b>% 0,8</b>
$\Sigma$ n6	19,46±0,10 <sup>Ab</sup>	19,43±0,03 <sup>ABa</sup>	19,60±0,09 <sup>Aa</sup>	18,42±0,10 <sup>Db</sup>	19,08±0,18 <sup>Cc</sup>	19,17±0,13 <sup>BCa</sup>	<b>Kontrol</b>
	19,91±0,13 <sup>Aab</sup>	19,70±0,06 <sup>Aa</sup>	19,50±0,06 <sup>Aab</sup>	19,69±0,09 <sup>Aa</sup>	19,47±0,08 <sup>Abc</sup>	19,95±0,65 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	19,93±0,18 <sup>Aab</sup>	19,93±0,45 <sup>Aa</sup>	19,23±0,11 <sup>Ab</sup>	19,65±0,08 <sup>Aa</sup>	19,77±0,36 <sup>Aab</sup>	19,88±0,45 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	19,98±0,25 <sup>ABa</sup>	20,09±0,09 <sup>ABa</sup>	19,74±0,16 <sup>ABa</sup>	19,82±0,21 <sup>ABa</sup>	20,17±0,08 <sup>Aa</sup>	19,73±0,12 <sup>Ba</sup>	<b>% 0,8</b>
$\Sigma$ n3	16,00±0,26 <sup>Aa</sup>	16,08±0,01 <sup>Aa</sup>	15,48±0,08 <sup>BCc</sup>	15,78±0,08 <sup>ABc</sup>	15,77±0,08 <sup>ABb</sup>	15,32±0,11 <sup>Cc</sup>	<b>Kontrol</b>
	16,03±0,22 <sup>Ba</sup>	16,43±0,28 <sup>Aa</sup>	16,78±0,01 <sup>Aa</sup>	16,55±0,11 <sup>Ab</sup>	16,78±0,10 <sup>Aa</sup>	16,54±0,06 <sup>Bbc</sup>	<b>% 0,2</b>
	16,43±0,07 <sup>Aa</sup>	16,18±0,87 <sup>Aa</sup>	16,42±0,08 <sup>Ab</sup>	16,60±0,01 <sup>Ab</sup>	16,48±0,16 <sup>Aa</sup>	16,97±0,06 <sup>Aab</sup>	<b>% 0,4</b>
	16,76±0,47 <sup>ABa</sup>	16,24±0,00 <sup>Ba</sup>	16,66±0,07 <sup>ABa</sup>	16,86±0,06 <sup>Aa</sup>	16,57±0,06 <sup>ABa</sup>	17,00±0,30 <sup>ABa</sup>	<b>% 0,8</b>
$\Sigma$ n6/n3	1,22±0,03 <sup>BCa</sup>	1,21±0,00 <sup>Ca</sup>	1,27±0,00 <sup>Aa</sup>	1,17±0,01 <sup>Da</sup>	1,21±0,00 <sup>Ca</sup>	1,25±0,00 <sup>ABa</sup>	<b>Kontrol</b>
	1,24±0,01 <sup>ABa</sup>	1,20±0,02 <sup>BCa</sup>	1,16±0,00 <sup>Cd</sup>	1,19±0,01 <sup>BCa</sup>	1,16±0,00 <sup>Cb</sup>	1,21±0,05 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,2</b>
	1,21±0,01 <sup>Aa</sup>	1,23±0,09 <sup>Aa</sup>	1,17±0,00 <sup>Ac</sup>	1,18±0,01 <sup>Aa</sup>	1,20±0,03 <sup>Aa</sup>	1,18±0,03 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	1,19±0,02 <sup>BCa</sup>	1,24±0,01 <sup>Aa</sup>	1,18±0,00 <sup>Cb</sup>	1,18±0,01 <sup>Ca</sup>	1,22±0,00 <sup>ABa</sup>	1,16±0,01 <sup>BCa</sup>	<b>% 0,8</b>
<b>DHA/EPA</b>	2,20±0,06 <sup>Aa</sup>	2,08±0,01 <sup>BCa</sup>	1,98±0,01 <sup>DEb</sup>	1,94±0,02 <sup>Eb</sup>	2,12±0,01 <sup>Bb</sup>	2,02±0,01 <sup>CDb</sup>	<b>Kontrol</b>
	2,24±0,01 <sup>Aa</sup>	2,12±0,02 <sup>Ba</sup>	2,33±0,02 <sup>Aa</sup>	2,27±0,01 <sup>Aa</sup>	2,16±0,00 <sup>Bb</sup>	2,36±0,07 <sup>Bab</sup>	<b>% 0,2</b>
	2,31±0,04 <sup>Aa</sup>	2,27±0,20 <sup>Aa</sup>	2,26±0,01 <sup>Aa</sup>	2,22±0,03 <sup>Aa</sup>	2,28±0,06 <sup>Aa</sup>	2,49±0,07 <sup>Aa</sup>	<b>% 0,4</b>
	2,41±0,12 <sup>Aa</sup>	2,15±0,00 <sup>Ca</sup>	2,34±0,08 <sup>ABa</sup>	2,21±0,03 <sup>BCa</sup>	2,27±0,04 <sup>ABCa</sup>	2,28±0,06 <sup>Cab</sup>	<b>% 0,8</b>

<sup>a-d</sup> Her bir gün için gruplar arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

<sup>A-E</sup> Her bir grup için günler arası önemli farklılıkları (p<0.05) göstermektedir.

Depolama sonunda kontrol ve nisin muamele gruplarında doymuş yağ asitleri ile tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde azalma tespit edilmiştir. Birçok araştırmacı doymamış yağ asitlerindeki bu düşüşün lipoliz reaksiyonları sonucunda serbest hale gelen yağ asitlerinden özellikle doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonları sonucu ilk olarak peroksitlere ikincil olarak da aldehit, keton, alkol ve esterlere dönüşmesine bağlamıştır (Stahnke,1995; Toldra, 1998; Estevez vd., 2007; Balıkcı, 2015). Çalışmamızda depolamanın en son gününde çoklu doymamış yağ asitlerinde en düşük değer

kontrol grubunda gözlenmiştir. Nisin muamele gruplarından % 0,8 grubu en yüksek PUFA içeriğine sahip olmuştur. Yağ asidi kompozisyonu balığın cinsine, türüne, yakalandığı bölgeye, beslenme şekline ve cinsiyetine göre farklılık gösterebilmektedir (Ackman, 1989; Saito vd., 1999; Özyurt ve Polat, 2006). Mevcut çalışma sonucunda; yukarıda verilen nedenlere ek olarak, kullanılan nisin konsantrasyonu ve depolama koşullarındaki farklılıkların da yağ asidi kompozisyonu üzerinde etkili olabileceği kanaatine varılmıştır.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Depolama periyodunun sonunda, kontrol ve nisin muamele gruplarındaki doymuş yağ asidi seviyeleri artmış; tekli doymamış yağ asidi seviyeleri düşmüş ve çoklu doymamış yağ asidi seviyeleri ise hemen hemen aynı seviyelerde kalmıştır. Araştırmacıların çoğu, bu düşüşün yağ asitlerinin lipolizi sonucu özellikle doymamış yağ asitlerinin, ilk peroksitlere ve ikincil olarak da oto-oksidasyon reaksiyonlarının bir sonucu olarak aldehitler, ketonlar ve alkollere dönüşmesi ile ilişkilendirmektedir. Bu çalışmada, kontrol grubunda depolama süresinin son günü en düşük çoklu doymamış yağ asidi seviyeleri kontrol grubunda bulunmuştur. Nisin grupları arasında, % 0,4 grubu en yüksek PUFA içeriğini vermiştir. Nisin uygulanmasının, doymamış yağ asitlerinin oto-oksidasyon reaksiyonlarını geciktirdiği düşünülmektedir. Sonuç olarak, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan nisin kullanılarak dozlarının yağ asidi bileşimleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma "Farklı konsantrasyonlarda kullanılan nisin soğukta ( $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) ve vakum paketlenerek depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) filetoalarının kalite parametreleri üzerine etkileri" başlıklı doktora tezi verilerinin bir kısmı kullanılarak üretilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of Thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35 (1), 177e183.
- Ackman, R.G. (1989). Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13, 161-241.
- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., & Alexis, M. (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79 (2), 145-150.
- Arts, M.T., Ackman, R.G., & Holub, B.J. (2001). Essential fatty acids in aquatic ecosystem: A crucial link between diet and human health and evolution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 122-137.
- Ashie, I.N.A., Smith, J.P., Simpson B.K., & Haard, N.F. (1996). Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 36, 87-121.
- Ayas, D., Ozogul, Y., & Yazgan, H. (2013). The effects of season on fat and fatty acids contents of shrimp and prawn species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115 (3), 356-362.
- Baki, B., Gönener, S., & Kaya, D. (2015). Comparison of food, amino acid and fatty acid compositions of wild and cultivated sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (1), 175-179.
- Balciunas, E.M., Martinez, F.A.C., Todorov, S.D., De Melo Franco, B.D.G., Converti, A., & De Souza Oliveira, R.P. (2013). Novel biotechnological applications of bacteriocins: a review. *Food Control* 32, 134-142.
- Balıkçı, E. (2015). *Kekik, Biberiye ve fesleğenden elde edilen ekstraktların, dondurulmuş ve soğukta vakum paketlenerek depolanmış uskumru (Scomber scombrus) köfiyelerinin kalite parametreleri üzerine etkileri*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Behnama, S., Anvari, M., Rezaei, M., Soltanian, S., & Safari, R. (2015). Effect of nisin as a biopreservative agent on quality and shelf life of vacuum packaged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) stored at  $4^{\circ}\text{C}$ . *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4), 2184-2192.
- Behnama, S., Anvari, M., Rezaeia, M., & Soltanian, S. (2016). Effect of nisin on shelf-life extension of filleted rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *International Journal of Food and Allied Sciences*, 2 (1), 1-7.
- Brown, A. (2000). *Understanding food. Fish and Shellfish*. Wadsworth /Thomson Learning, USA, 299 pp.
- Candela, C.G., López, L.B. & Kohen, V.L. (2011). Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. Nutritional recommendations. *Nutricion Hospitalaria*, 26 (2), 323-329.
- Cengiz, E.İ., Ünlü, E., & Başhan, G.R. (2010). Fatty acid composition of total lipids in muscle tissues of nine freshwater fish from the River Tigris (Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 34, 433-438.



- Ceylan, Z. (2014). *Nisin ve ışınlama uygulamalarının birlikte kullanılmasının soğukta depolanan balığın raf ömrüne etkisi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 104.
- Donelli, J., & Robinson, D.S. (1995). Free radicals in foods. *Free Radical Research*, 22, 147–176.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 (1), 1-42.
- Durmuş, M., & Özoğul, Y. (2018). The effects of nanoemulsions on the fatty acid profiles of sea bass fillets during storage at  $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ . *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 35 (3), 227-235.
- Durmuş, M. (2016). *Bitkisel yağlar kullanılarak oluşturulan nanoemülsiyonların soğukta ( $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) ve vakum paketlenerek depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının duyu, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkileri*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 203.
- Durmuş, M. (2017). Nutritional composition and fatty acids content of *Neogobius melanostomus* caught in Central Black Sea. *Aquaculture Studies*, 17, 485-499.
- EFSA, (2006). Opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission related to the use of nisin (E 234) as a food additive. *European Food Safety Authority Journal*, 314, 1–16.
- Estevez, M., Ramirez, R., Ventanas, S., & Cava, R. (2007). Sage and rosemary essential oils Versus BHT for the inhibition of lipid oxidative reactions in liver pâté. *LWT-Food Science and Technology*, 40 (1), 58-65.
- EU, (2004). Regulation (EC) No. 1935/2004 European Parliament and the Council of 27 October 2004 on materials and articles intended to come into contact with food repealing.
- FDA, (1988). Federal Register, Nisin preparation: affirmation of GRAS status as a direct human food ingredient. 21 CFR Part 184. *Federal Register*, 53, 11247–11251.
- Foegeding, E.A., Lanier, T.C., & Hultin, H.O. (1996). *Characteristics of edible muscle tissues*. In Food Chemistry (O.R. Fennema, ed.) pp. 880–942, Marcel Dekker, Inc., New York, NY.
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., & Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37, 1-8.
- Ghomi, M.R., Nikoo, M., Heshmatipour, Z., Jannati, A.A., Ovissipour, M., Benjakul, S., Hashemi, M., Faghani Langroudi, H., Hasandoost, M., & Jadiddokhan, D. (2011). Effect of sodium acetate and nisin on microbiological and chemical changes of cultured grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*, 31, 169–175.
- Gordon, D. T., & Ratliff, V. (1992). *The implications of omega-3 fatty acids in human health*. Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality, Ed. By George L. Flick. 406 pp.
- Granados, S., Quiles, J.L., Gil, A., & Ramirez-Tortosa, M.C. (2006). Lípidos de la dieta y cáncer. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 44-54.
- HMSO, (1994). *Nutritional aspects of cardiovascular disease: Report on health and social subjects*. Committee of Medical Aspects of Food Policy, 46; Department of Health, London, UK.
- Hoz, L., Darrigo, M., Cambero, I., & Ordonez, J.A. (2004). Development of an n-3 fatty acid and a-tocopherol enriched dry fermented sausage. *Meat Science*, 67, 485–495.
- Hunter, J.B., & Roberts, B. (2000). Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20, 1047–1058.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535–539.
- Kinsella, J.E. (1987). *Seafoods and fish oils in human health and disease*. Marcel Dekker, Inc. New York, 231-236.
- Kinsella, J.E., Lokesh, B., & Stone, R.A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52 (1), 1-28.
- Kocatepe, D., & Turan, H. (2012). Proximate and fatty acid composition of some commercially important fish species from the Sinop Region of the Black Sea. *Lipids*, 47 (6), 635-641.
- Leaf, A., & Weber, P.C. (1988). Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *New England Journal of Medicine*, 318 (9), 549-557.
- Lenas, D., Chatziantoniou, S., Nathanailides, C., & Triantafillou, D. (2011). Comparison of wild and farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L) lipid quality. *Procedia Food Science*, 1, 1139-1145.
- Lin, M.Y., & Yen, C.L. (1999). Antioxidative ability of lactic acid bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (4), 1460-1466.
- Osibona A.O., Kusemiju K., & Akande G.R. (2009). Fatty acid composition and amino acid profile of two freshwater species, African catfish (*Clarias gariepinus*) and tilapia (*Tilapia zillii*). *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 9, 608–621.

- Özogul, Y., Özogul, F., Çiçek, E., Polat, A., & Kuley, E. (2009). Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (6), 464-475.
- Özyurt, G., & Polat, A. (2006). Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A seasonal differentiation. *European Food Research and Technology*, 222, 316-320.
- Özyurt, G., Polat, A., & Özoğul, F. (2005). Nutritional value of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets during frozen (-18°C) storage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (3), 891-895.
- Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sanchez, M.E., & Robles-Burgueno, M.R. (2000). Post-mortem biochemical and functional characteristics of Monterey sardine muscle stored at 0°C. *Journal of Food Science*, 65, 40-47.
- Periago, M. J., Ayala, M. D., López-Albors, O., Abdel, I., Martinez, C., García-Alcázar, A., Ros, G., & Gil, F. (2005). Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249 (1-4), 175-188.
- Pigott, G.M., & Tucker, B.W. (1990). *Seafood effects of technology on nutrition*. Marcel Dekker, Inc. New York
- Puwastang, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., & Bhattacharjee, L. (1999). Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 9-16.
- Ramirez, M.R., Morcuende, D., Estevez, M., & Lopez, R.C. (2005). Fatty acid profiles of intramuscular fat from pork loin chops fried in different culinary fats following refrigerated storage. *Food Chemistry*, 92, 159-167.
- Sağlık, S., Alpaslan, M., Gezgin, T., Çetintürk, K., Tekinay, A., & Güven, K.C. (2003). Fatty acid composition of wild and cultivated gilthead seabream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105 (2), 104-107.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C., & Konno, T. (1999). Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily Caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family Siganidae (*Siganus canaliculatus*). *Lipids*, 34, 1073-1082.
- Sallam, K.I. (2007). Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 18, 566-575.
- Sampaio G.R., Bastos D.H.M., Soares R.A.M., Queiroz Y.S., Torres, E.A.F.S. (2006). Fatty acids and cholesterol oxidation in salted and dried shrimp. *Food Chemistry*, 95, 344-351
- Simic, M.G., & Taylor, K.A. (1987). *Free radical mechanisms of oxidation radicals*. In Warmed-Over Flavour of Meat (A.J. St. Angelo and M.E. Bailey, eds.) pp. 69-72, Academic Press, Orlando, FL.
- Simopoulos, A.P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54 (3), 438-463.
- Stahnke, L.H. (1995). Dried sausages fermented with *Staphylococcus xylosum* at different temperatures and with different ingredient levels—Part II. Volatile components. *Meat Science*, 41 (2), 193-209.
- Toldra, F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49, 101-110.
- Türkkan, A.U., Cakli, S., & Kilinc, B. (2010). Changes in quality during storage of vacuum-packed sea bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) cooked by different methods. *Journal of Muscle Foods*, 21 (1), 1-14.
- Yazgan, H. (2013). *Ayçiçek yağı ile hazırlanan nanoemülsiyonun soğukta (2±2°C) depolanan levrek (Dicentrarchus labrax) ve çipura (Sparus aurata) filetolarının duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi üzerine etkisi*. Çukurova Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 110.
- Yıldız, M., Şener, E., & Timur, M. (2008). Effects of differences in diet and seasonal changes on the fatty acid composition in fillets from farmed and wild sea bream (*Sparus aurata* L.) and sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (5), 853-858.

## A Preliminary Study Aimed An Annotated Checklist of Chironomidae (Diptera: Culicomorpha: Chironomoidea) of Iran

Gazel Burcu AYDIN<sup>1\*</sup> , Najmeh SAMİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trakya University, Faculty of Science, Department of Biology, Edirne, Turkey

<sup>2</sup>Islamic Azad University, Science and Research Branch, Young Researchers and Elites Club, Tehran, Iran

\*Corresponding Author: [gburcuaydin@trakya.edu.tr](mailto:gburcuaydin@trakya.edu.tr)

Research Article

Received 03 June 2019; Accepted 12 September 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** Aydın, G. B., & Samin, N. (2020). A preliminary study aimed an annotated checklist of Chironomidae (Diptera: Culicomorpha: Chironomoidea) of Iran. Acta Aquatica Turcica, 16(1), 38-50. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.573632>

### Abstract

This checklist deals with summarizing all the data on Iranian Chironomidae (Diptera). In total, 34 species from 5 subfamilies are listed as the fauna of Iran: Buchonomyiinae (single species), Chironominae (18 species from 24 genera with some unknown species), Diamesinae (unknown species within 4 genera), Orthoclaadiinae (8 species from 24 genera with some unknown species) and Tanypodinae (7 species from 10 genera with some unknown species). Three species, *Chironomus anthracinus* Zetterstedt, 1860, *Cladotanytarsus* (*Cladotanytarsus*) *mancus* (Walker, 1856) and *Tanypus punctipennis* Meigen, 1818 are new records for the fauna of Iran.

**Key words:** Chironomidae, Diptera, Iran, Checklist, new records.

### İran'ın Açıklamalı Chironomidae (Diptera: Culicomorpha: Chironomoidea) Kontrol Listesine Yönelik Bir Ön Çalışma

#### Özet

Bu kontrol listesi, İran Chironomidae (Diptera) ile ilgili tüm verilerin özetlenmesiyle ilgilidir. Toplamda 5 alt familyaya ait 34 tür İran'ın faunası olarak listelenmiştir: Buchonomyiinae (1 tür), Chironominae (tanımlanmayan türlerle birlikte 24 cinse ait 18 tür), Diamesinae (tanımlanmayan türlerin bulunduğu 4 cins), Orthoclaadiinae (tanımlanmayan türlerle birlikte 24 cinse ait 8 tür) ve Tanypodinae (tanımlanmayan türlerle birlikte 10 cinse ait 7 tür). *Chironomus anthracinus* Zetterstedt, 1860, *Cladotanytarsus* (*Cladotanytarsus*) *mancus* (Walker, 1856) ve *Tanypus punctipennis* Meigen, 1818 türleri İran faunası için yeni kayıtlardır.

**Anahtar kelimeler:** Chironomidae, Diptera, İran, kontrol listesi, yeni kayıtlar.

### INTRODUCTION

There are supposedly at least 15000 species of Chironomid midges in the world (Cranston, 1995) making in the largest family among in the aquatic insects and is known by its abundance, species diversity, and ecological importance, and occurs in all zoogeographical regions including Antarctica (Ashe et al., 1987). Eleven extant subfamilies are currently recognized within the Chironomidae: Aphroteniinae, Buchonomyiinae, Chilenomyiinae, Chironominae, Diamesinae, Orthoclaadiinae, Podonominae, Prodiamesinae, Tanypodinae, Telmatogetoninae and Usambaromyiinae (Spies and Reiss, 1996). The oldest geological record of the Chironomidae dates from the Lower Jurassic (Upper Liassic, ca. 185 Mio years) (Ansoerge, 1999).

The fauna of Iranian chironomidae has so far been studied poorly which most the studies focused on genera identification. In the main faunistic works, Fakhri (2001) and Ebrahimnezhad and Fakhri (2005) reported 27 genera of Chironomidae from 3 subfamilies, Chironominae (14 genera), Orthoclaadiinae (9 genera) and Tanypodinae (4 genera) from Zayandehrud River (Isfahan); Ebrahimnezhad and Allahbakhshi (2013) reported 35 genera of Chironomidae from 4 subfamilies, Chironominae (15 genera), Diamesinae (2 genera), Orthoclaadiinae (13 genera) and Tanypodinae (5 genera) from Golpayegan River (Isfahan); Karami et al. (2014) reported 39 genera of Chironomidae

from 4 subfamilies, Chironominae (15 genera), Diamesinae (2 genera), Orthocladiinae (17 genera) and Tanypodinae (5 genera) from Marbor River (Isfahan). The aim of this research is cataloging of all the data on Iranian Chironomidae.

**MATERIAL and METHODS**

The published data on the distribution of the family Chironomidae (Diptera) in Iran are summarized by province. Subfamilies, genera, and species are listed alphabetically. Data about classification, nomenclature and distribution data are according to Ashe and Cranston (1990), and in other situations, the related references are given. When accurate data about local distribution in Iran are lacking in a quoted reference, the mention "Iran (no locality cited)" is used. The specimens of new records were collected by the Malaise trap and preserved in alcohol. Prior to examination it was dissected, treated with KOH and mounted in Canada balsam following the procedure outlined by Sæther (1969). This study is summarized with collected larval and adult data. The distributions of Iranian Chironomidae are shown in Figure 1.

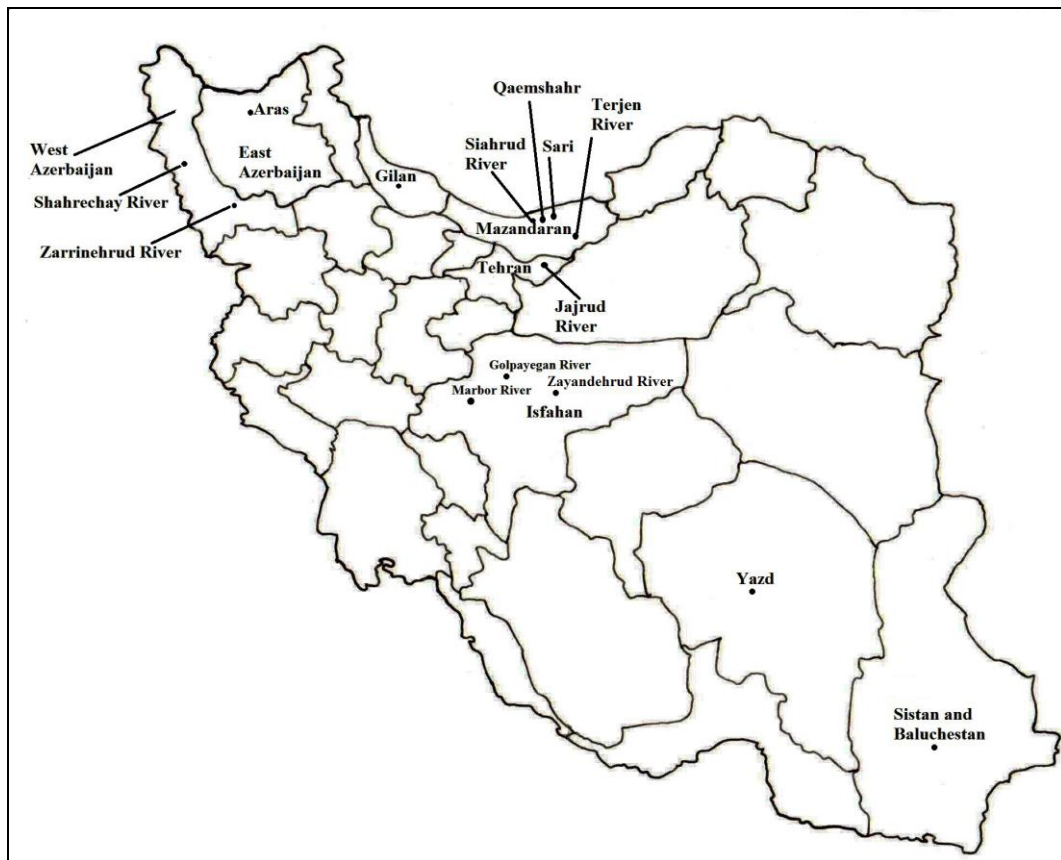


Figure 1. Map showing the distributions of Iranian Chironomidae

**RESULTS and DISCUSSION**

Totally 63 genera of Chironomidae within 5 subfamilies Buchonomyiinae, Chironominae, Diamesinae, Orthocladiinae, and Tanypodinae have so far been recorded from Iran. Only 34 species were identified for these genera and several collected specimens by the researchers are unknown. Since Iran is a large country and also comprises various geographical regions especially numerous aquatic ecosystems in northern Iran, surely a large number of species remained to be discovered. We expect 200-250 Chironomidae species as the fauna of Iran. The list of species is given below alphabetically with distribution data.

**Family Chironomidae Erichson, 1842****Subfamily Buchonomyiinae Brundin & Sæther, 1978****Genus *Buchomyia* Fittkau, 1955*****Buchomyia thienemanni* Fittkau, 1955**

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Dowling, 1980; Ashe et al., 2015), Iran (no locality cited) (Murray and Ashe, 1981; Ashe et al., 1987).

Distribution Europe and worldwide: Ireland, Italy, Czech Republic, North Africa, the Near East, Austria, Belgium, Britain I, Corsica, French mainland, Germany, Luxembourg, Slovakia, Spanish mainland, Russia (Murray, 1976; Marziali et al., 2004; Sæther and Spies 2013; Ashe et al., 2014; Ashe et al., 2015).

**Subfamily Chironominae Macquart, 1838****Genus *Chironomus* Meigen, 1803*****Chironomus albidus* Konstantinov, 1956**

Distribution in Iran: Guilan, Mazandaran (Caspian Sea) (Mohammadian, 2004).

Distribution Europe and worldwide: Polish, Romania (Polski, 2001; Dascălu et al., 2009; Sæther and Spies 2013).

***Chironomus anthracinus* Zetterstedt, 1860**

Material examined: Mazandaran province, Sari, Tejen River, 36°30'N 53°30'E, 3 adults, August 2011. New record for Iran.

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Lithuania, Romania, Ohio, Finland, European Turkey, Austria, Britain I, Central and East European Russia, Czech Republic, Germany, Hungary, Ireland, Italian mainland, Sweden, Switzerland, (Serra-Tosio and Laville, 1991; Pakalniškis, 2000; Tatole, 2000; Bolton, 2012; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Chironomus aprilius* Meigen, 1818**

Distribution in Iran: Yazd (Bafq) (Rajabipour et al., 2011 a, b).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Romania, Ohio, Germany, Finland, European Turkey, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Danish mainland, Faroe islands, Hungary, Ireland, North Africa, Poland, Spanish mainland, Sweden, Ukraine, The Netherlands (Serra-Tosio and Laville, 1991; Tatole, 2000; Bolton, 2012; Sæther and Spies 2013; Orendt et al., 2014; Paasivirta, 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Chironomus (Microtendipes) dimidiatus* Kieffer, 1921**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014 as *Tanytarsus dimidiatus* (Meigen, 1838)).

Distribution worldwide: Oriental China (Qi et al., 2012).

Comments: The presence of *C. dimidiatus* in Iran is doubtful and needs confirmation.

***Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758)**

Distribution in Iran: East Azarbaijan (Aras reservoir) (Aliyev et al., 2013), West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2011, 2012; Aliyev et al., 2013).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Lithuania, Romania, Ohio, Germany, Finland, European Turkey, Albania, Austria, Belarus, Belgium, Bosnia and Herzegovina, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Czech Republic, Estonia, Hungary, Ireland, Latvia, North Africa, Slovakia, Sweden, Switzerland, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Pakalniškis, 2000; Tatole, 2000; Bolton, 2012; Sæther and Spies 2013; Orendt et al., 2014; Paasivirta, 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Chironomus riparius* Meigen, 1804**

Distribution in Iran: Guilan (Sahragard and Rafatifard, 2006, 2010).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Lithuania, Romania, USA, Germany, Finland, European Turkey, Austria, Belarus, Belgium, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Czech Republic, Estonia, Hungary, Ireland, Latvia, Luxembourg, North Africa, Slovakia, Sweden, Switzerland, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Pakalniškis, 2000; Tatole, 2000; Bilger et al., 2005; Bolton, 2012; Sæther and Spies 2013; Orendt et al., 2014; Paasivirta, 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Chironomus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Karami et al., 2014), Tehran (Jajrud River) (Arkia et al., 2018), West Azarbaijan (Shahrechay River) (Asadpour-Ousalou, 2015).

**Genus *Cladotanytarsus* Kieffer, 1921*****Cladotanytarsus atridorsum* (Kieffer, 1922)**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014 as *Tanytarsus atridorsum* (Kieffer, 1922)).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Baltic Sea, Italy, Hungary, Finland, Germany, Austria, Canary island, Britain I, Central and East European Russia, Czech Republic, Estonia, North Africa, Slovakia, Sweden, Switzerland, Ukraine (Serra-Tosio and Laville, 1991; Zettlera and Daunys, 2007; Marziali et al., 2008; Móra and Farkas, 2012; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Orendt et al., 2014).

***Cladotanytarsus (Cladotanytarsus) mancus* (Walker, 1856)**

Material examined: Mazandaran province, Qaemshahr, Siahруд River, 36°28'N 52°52'E, 3 adults, 17.v.2010. New record for Iran.

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Lithuania, USA, Poland, Germany, Finland, European Turkey, Austria, Belarus, Belgium, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Czech Republic, Estonia, Hungary, North Africa, Slovakia, Sweden, Switzerland, Ukraine, Yugoslavia, (Serra-Tosio and Laville, 1991; Pakalniökis, 2000; Bilger et al., 2005; Gilka and Dominiak, 2007; Bolton, 2012; Sæther and Spies 2013; Orendt et al., 2014; Paasivirta, 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Cladotanytarsus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Constempellina* Brundin, 1947*****Constempellina* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Cryptochironomus* Kieffer, 1918*****Cryptochironomus camptolabis* (Kieffer, 1913)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution worldwide: Baltic Sea (Zettlera and Daunys, 2007).

***Cryptochironomus defectus* (Kieffer, 1913)**

Distribution in Iran: East Azarbaijan, West Azarbaijan (Aras reservoir) (Aliyev et al., 2013 as *Chironomus defectus* (Kieffer, 1913)), West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Romania, Germany, European Turkey, Albania, Austria, Belarus, Belgium, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Czech Republic, Hungary, Latvia, Lithuania, Poland, Slovakia, Sweden, Switzerland, Ukraine, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Tatole, 2000; Sæther and Spies 2013; Orendt et al., 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Cryptochironomus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Cryptotendipes* Beck & Beck, 1969*****Cryptotendipes* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Demicryptochironomus* Lenz, 1941*****Demicryptochironomus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Dicrotendipes* Kieffer, 1913*****Dicrotendipes* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005).

**Genus *Harnischia* Kieffer, 1921*****Harnischia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Kiefferulus* Goetghebuer, 1922*****Kiefferulus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005).

**Genus *Lapposmittia* Thienemann, 1939*****Lapposmittia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005).

**Genus *Microchironomus* Kieffer, 1918*****Microchironomus nigrovittatus* (Malloch, 1915)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2011, 2012).

Distribution worldwide: Canada, Texas, Kentucky Lake (Chang et al., 1994; Ferrington, Jr., et al., 1995; White, 2014).

***Microchironomus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005).

**Genus *Micropsectra* Kieffer, 1908*****Micropsectra* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Microtendipes* Kieffer, 1915*****Microtendipes chloris* (Meigen, 1818)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Baltic Sea, Finland, Germany, European Turkey, Albania, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Estonia, Czech Republic, Hungary, Italian mainland, Luxembourg, Lithuania, Norwegian mainland, Poland, Romania, Slovakia, Sweden, Switzerland, Ukraine, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Zettlera and Daunys, 2007; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Orendt et al., 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Microtendipes* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River; Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Karami et al., 2014).

**Genus *Neozavrelia* Goetghebuer & Theinemann, 1941*****Neozavrelia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Paratanytarsus* Thienemann & Bause, 1913*****Paratanytarsus lauterborni* (Kieffer, 1909)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012 as *Tanytarsus lauterborni* (Kieffer, 1909)).

Distribution Europe and worldwide: Aral Sea, Baltic Sea, Finland, France and Corsica, Germany, European Turkey, Austria, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Czech Republic, Hungary, Italian mainland, Lithuania, Norwegian mainland, Poland, Romania, Slovakia, Sweden, Switzerland, Ukraine, The Netherlands, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Nazarova, 2006; Zettlera and Daunys, 2007; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Orendt et al., 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Paratanytarsus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Paratendipes* Kieffer, 1911*****Paratendipes* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Phaenopsectra* Kieffer, 1921**

***Phaenopsectra* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Polypedilum* Kieffer, 1912**

***Polypedilum (Polypedilum) nubeculosum* (Meigen, 1804)**

Distribution in Iran: East Azarbaijan, West Azarbaijan (Aras reservoir) (Aliyev et al., 2013 as *Chironomus nubeculosus* (Meigen, 1804)).

Distribution Europe and worldwide: Canada, France and Corsica, Baltic Sea, Finland, Germany, Greece, European Turkey, Albania, Austria, Belarus, Belgium, Britain I, Bosnia and Herzegovina, Dodekánisos, Bulgaria, Central and East European Russia, Estonia, Czech Republic, Hungary, Italian mainland, Luxembourg, Lithuania, Latvia, North Africa, Norwegian mainland, Poland, Romania, Slovakia, Sweden, Switzerland, Ukraine, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Chang et al., 1994; Zettlera and Daunys, 2007; Móra and Csabai, 2008; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Orendt et al., 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Polypedilum* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Rheotanytarsus* Theinmann & Bause, 1913**

***Rheotanytarsus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Saetheria* Jackson, 1977**

***Saetheria* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Stempellina* Thienemann & Bause, 1913**

***Stempellina* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Stictochironomus* Kieffer, 1919**

***Stictochironomus pictulus* Meigen, 1830**

Distribution in Iran: Sistan and Baluchestan (Annandale, 1921; Mohammadian, 2004).

Distribution Europe and worldwide: Canada, Bulgaria, Italy, Finland, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Corsica, Germany, Hungary, Italian mainland, Norwegian mainland, Poland, Romania, Slovakia, Sweden, Switzerland, Yugoslavia (Chang et al., 1994; Stoichev, 1996; Rossaro, 2006; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014).

***Stictochironomus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Tanytarsus* van der Wulp, 1874**

***Tanytarsus antennata* (Birula, 1936)**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution worldwide: Russia (Ashe and Cranston, 1990).

***Tanytarsus exiguus* Johannsen, 1905**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution Europe and worldwide: Lithuania (Bubinas and Jagminienà, 2002), Aral Sea (Nazarova, 2006).

***Tanytarsus gregarius* Kieffer, 1909**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution Europe and worldwide: France and Corsica, Lithuania, Romania, Polish, Hungary, Aral Sea, Turkey, Poland, Germany, Finland, Albania, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Hungary, Italian mainland, North Africa, Norwegian mainland, Poland, Romania, Slovakia, Sweden, Switzerland, Yugoslavia (Serra-Tosio and Laville, 1991; Pakalniökis, 2000; Tatole, 2000; Polski,



2001; Bubinas and Jagminienà, 2002; Arnold and György, 2004; Nazarova, 2006; Özkan, 2006; Gilka and Dominiak, 2007; Sæther and Spies 2013; Orendt et al., 2014; Paasivirta, 2014).

***Tanytarsus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Virgatanytarsus* Pinder, 1982**

***Virgatanytarsus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Subfamily Diamesinae Kieffer, 1922**

**Genus *Diamesa* Meigen, 1835**

***Diamesa* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014), Tehran (Jajrud River) (Arkia et al., 2018).

**Genus *Potthastia* Kieffer, 1922**

***Potthastia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Pseudodiamesa* Goetghebuer, 1939**

***Pseudodiamesa* spp.**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Arkia et al., 2018).

**Genus *Sympotthastia* Pagast, 1947**

***Sympotthastia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Subfamily Orthocladiinae Edwards, 1929**

**Genus *Aagaardia* Sæther, 2000**

***Aagaardia longicalcis* Sæther, 2000**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution worldwide: Canada (Sæther, 2000).

***Aagaardia oksanae* Makarchenko, 2005**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution worldwide: Russian Far East (Makarchenko and Makarchenko, 2005).

***Aagaardia protensa* Sæther, 2000**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution Europe: Finland (Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014).

***Aagaardia sivertseni* (Aagaard, 1979)**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution Europe: Norway, Finland, Sweden (Sæther, 2000; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014).

**Genus *Abiskomyia* Edwards, 1937**

***Abiskomyia paravirgo* Goetghebuer, 1940**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution Europe: Finland, Turkey, Near East, Sweden, Norwegian mainland (Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Koçak and Kemal, 2014).

**Genus *Acricotopus* Kieffer, 1921**

***Acricotopus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Brillia* Kieffer, 1913**

***Brillia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Karami et al., 2014).

**Genus *Cardiocladius* Kieffer, 1912**

***Cardiocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Chaetocladius* Kieffer, 1911*****Chaetocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Cricotopus* van der Wulp, 1874*****Cricotopus fuscus* (Kieffer, 1909)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution Europe and worldwide: Russia, Lithuania, Andorra, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Estonia, Czech Republic, European Turkey, Hungary, Germany, Italian mainland, Lithuania, North Africa, Poland, Romania, Slovakia, Switzerland, Ukraine, Yugoslavia (Sæther and Spies 2013; Gukov, 2000; Bubinas and Jagminienà, 2002).

***Cricotopus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Doithrix* (Sæther & Sublette, 1983)*****Doithrix barberi* (Sæther & Sublette, 1983)**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution worldwide: Nearctic Region (Oliver et al., 1990).

**Genus *Eukiefferiella* Theinmann, 1926*****Eukiefferiella* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Euryhopsis* Oliver, 1981*****Euryhopsis* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Goeldichironomus* Fittkau, 1965*****Goeldichironomus pictus* (Reiss, 1974)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution worldwide: Brazil, USA (Jacobsen, 2008; Trivinho-Strixino, 2011).

**Genus *Nanocladius* Kieffer, 1913*****Nanocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Orthocladius* van der Wulp, 1874*****Orthocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Paracladius* Hirvenoja, 1973*****Paracladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Paracricotopus* Brundin, 1956*****Paracricotopus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al. 2014).

**Genus *Parametriocnemus* Goetghebuer, 1932*****Parametriocnemus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Paraphaenocladius* Thienemann, 1924*****Paraphaenocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Paratrichocladius* Santos Abreu, 1918*****Paratrichocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Psectrocladius* Kieffer, 1906**

***Psectrocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Rheocricotopus* Brundin, 1956**

***Rheocricotopus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Spaniotoma* Philippi, 1865**

***Spaniotoma* spp.**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Shahrechay River) (Asadpour-Ousalou, 2015).

**Genus *Synorthocladius* Theinmann, 1935**

***Synorthocladius* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Theinmanniella* Kieffer, 1911**

***Theinmanniella* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Tvetenia* Kieffer, 1922**

***Tvetenia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Subfamily Tanypodinae Thienemann & Zavrel, 1916**

**Genus *Ablabesmyia* Johannsen, 1905**

***Ablabesmyia digitata* (Kieffer, 1923)**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution worldwide: Africa (Harrison, 1971).

***Ablabesmyia ensiceps* (Chaudhuri, Debnath & Nandi, 1983)**

Distribution in Iran: Tehran (Jajrud River) (Amri et al., 2014).

Distribution worldwide: Bengal (Chaudhuri et al., 1983).

***Ablabesmyia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Coelotanypus* Kieffer, 1913**

***Coelotanypus tricolor* (Loew, 1861)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2011, 2012).

Distribution worldwide: Mississippi (Cooper, 1981).

**Genus *Conchapelopia* (Fittkau, 1957)**

***Conchapelopia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Hayesomyia* Murray & Fittkau, 1986**

***Hayesomyia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013).

**Genus *Macropelopia* Thienemann, 1916**

***Macropelopia* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Nilotanypus* Kieffer, 1923**

***Nilotanypus* spp.**

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River) (Karami et al., 2014).

**Genus *Procladius* Skuse, 1889**

***Procladius (Holotanypus) choreus* (Meigen, 1804)**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution Europe and worldwide: Romania, Hungary, Macaronesia, Russia, Baltic Sea, Greece, Czech Republic, Denmark, Finland, Germany, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Corsica, Italian mainland, Czech Republic, North Africa, Norwegian mainland, Poland, Romania, Slovakia, Sweden, Sicily, Switzerland, Yugoslavia (Tatole, 2000; Arnold and György, 2004; Murray et al., 2004; Sæther, 2004; Zettlera and Daunys, 2007; Móra and Csabai, 2008; Hamerlika and Brodersen, 2010; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Orendt et al., 2014).

***Procladius (Holotanypus) ferrugineus (Kieffer, 1918)***

Distribution in Iran: East Azarbaijan, West Azarbaijan (Aras reservoir) (Aliyev et al., 2013).

Distribution Europe and worldwide: Romania, Hungary, Aral Sea, Bulgaria, Estonia, Lithuania, Russia, Sweden, Ukraine (Tatole, 2000; Arnold and György, 2004; Nazarova, 2006; Sæther and Spies 2013).

***Procladius spp.***

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River, Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005; Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**Genus *Rheopelopia* Fittkau, 1962**

***Rheopelopia spp.***

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005).

**Genus *Tanypus* Meigen, 1803**

***Tanypus punctipennis* Meigen, 1818**

Material examined: West Azarbaijan province, Ourmieh, Shahrechay River, 37°33'N 45°00'E, 2 adults, 11.vi.2008. New record for Iran.

Distribution Europe and worldwide: Canada, Lithuania, Romania, Polish, Hungary, USA, Malaysia, Ohio, Finland, Germany, European Turkey, Albania, Austria, Belgium, Britain I, Bulgaria, Central and East European Russia, Corsica, Czech Republic, Estonia, Italian mainland, Ireland, Liechtenstein, North Africa, Norwegian mainland, Sicily, Slovakia, Sweden, Switzerland, Yugoslavia, The Netherlands (Chang et al., 1994; Pakalniökis, 2000; Tatole, 2000; Polski, 2001; Arnold and György, 2004; Bilger et al., 2005; Al-Shami et al., 2010; Bolton, 2012; Sæther and Spies 2013; Paasivirta, 2014; Orendt et al., 2014; Aydın and Güher, 2017).

***Tanypus stellatus* Coquillett, 1902**

Distribution in Iran: West Azarbaijan (Zarrinehrud River) (Ahmadi et al., 2012).

Distribution worldwide: Brazil, USA, Ohio, Kentucky Lake (Fusari and Fonseca-Gessner, 2006; Bilger et al., 2005; Bolton, 2012; White, 2014).

***Tanypus spp.***

Distribution in Iran: Isfahan (Zayandehrud River) (Fakhri, 2001; Ebrahimnezhad and Fakhri, 2005).

**Genus *Trissopelopia* Kieffer, 1923**

***Trissopelopia spp.***

Distribution in Iran: Isfahan (Marbor River, Golpayegan River) (Ebrahimnezhad and Allahbakhshi, 2013; Karami et al., 2014).

**CONCLUSION**

In this study, the data of the larval and adult chironomids of Iran were compiled. As a result, there are insufficient studies on chironomids in Iran, which has many aquatic ecosystems, and we believe that that more species will be identified for both Iran and the world through the studies to be carried out.

**Acknowledgements:** This research was supported by Trakya University (Turkey) and Islamic Azad University (Young Researchers and Elites Club, Science and Research Branch).

**REFERENCES**

- Ahmadi, R., Aliyev, A., Seidgar, M., Bayramov, A., & Ganji, S. (2012). Macroinvertebrate communities differences on Riverine Parts and Reservoirs of Zarrineh River. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 7 (1), 71-75.

- Ahmadi, R., Mohebbi, F., Hagigi, P., Esmailly, L., & Salmanzadeh, R. (2011). Macro-invertebrates in the Wetlands of the Zarrineh estuary at the south of Urmia Lake (Iran). *International Journal of Environmental Research*, 5 (4), 1047-1052.
- Aliyev, A., Ahmadi, R., Bayramov, A., Seidgar, M., & Maharramov, M. (2013). The assessment of organic contamination of the Aras reservoir based on hydrobiological indicators. *International Journal of Aquatic Science*, 4 (1), 62-73.
- Al-Shami, S.A., Md Rawi, C.S., HassanAhmad, A., & Mohd Nor, S.A. (2010). Distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera) in polluted rivers of the Juru River Basin, Penang, Malaysia. *Journal of Environmental Sciences*, 22 (11), 1718–1727.
- Amri, N., Jamili, S., & Abdolbaghian, A. (2014). Diversity of macrobenthos communities and their relationships with environmental factors in Jajroud River, Iran. *Resources and Environment* 4 (2), 95-103.
- Annandale, N. (1921). *Aquatic fauna of Seistan*, Part V. Records of the Indian Museum, Vol. XVIII. Calcutta.
- Ansorge, J. (1999). *Aenne liasina* gen. et sp. n. - the most primitive nonbiting midge (Diptera: Chironomidae: *Aenneinae* subfam. n.) - from the Lower Jurassic of Germany. *Polskie Pismo Entomologiczne*, 68 (4), 431-443.
- Arkia, S., Yousefi Siahalroodi, S., Kheradpir, N., & Karami, A. (2018). [Faunistic study of Chironomidae in the Jajroud River](#). *Journal of Animal Environment*, 9 (4), 243-250.
- Arnold, M., & György, D. (2004). Checklist of the non-biting midges (Diptera: Chironomidae) of Hungary with notes on records and peculiarity of the occurrence of the species. *Acta Biologica*, 12, 39-207.
- Asadpour-Ousalou, Y. (2015). Identifying the benthic organisms diversity in Shahrechay River and Dam Lake, Western Azerbaijan province, Iran. *Ecopersia*, 3 (2), 1013-1021.
- Ashe, P., & Cranston, P.S. (1990). Family Chironomidae. In: Soós, A. & Papp, L. (eds.), *Catalogue of Palaearctic Diptera*. Volume 2. Psychodidae - Chironomidae. Akadémiai Kiadó, Budapest, 113-355.
- Ashe, P., Murray, D.A., & Reiss, F. (1987). The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). *Annales de Limnologie*, 23, 27-60.
- Ashe, P., Moubayed-Breil, J., & Vondrák, D. (2014). First records of *Buchonomyia thienemanni* Fittkau (Diptera: Chironomidae) from the Czech Republic. *Chironomus Newsletter on Chironomidae Research*, 27, 51-53.
- Ashe, P., O'connor, J.P., & Murray, D.A. (2015). A review of the distribution and ecology of *Buchonomyia thienemanni* Fittkau (Diptera: Chironomidae) including a first record for Russia. *European Journal of Environmental Sciences*, 5 (1), 5-11.
- Aydın, G.B., & Güher, H. (2017). The Chironomidae (Diptera) fauna of Kırklareli Province. *Turkish Journal of Zoology*, 41, 335-341.
- Bilger, M.D., Riva-Murray, K., & Wall, G.L. (2005). *A checklist of the aquatic invertebrates of the Delaware River Basin, 1990-2000*: U.S. Geological Survey Data Series 116, 29 pp.
- Bolton, M.J. (2012). *Ohio EPA supplemental keys to the larval Chironomidae (Diptera) of Ohio and Ohio Chironomidae checklist*. Ohio Environmental Protection Agency, 111 pp.
- Bubinas, A., & Jagminienė I. (2002). Bioindication of the Neris River based on the structure of hydrobiocenoses. *Acta Zoologica Lituanica*, 12 (1), 42-46.
- Chang, P.S.S., Cobb, D.G., Flannagan J.F., & Sæther O.A. (1994). *Light Trap Collections of Mayflies, Caddisflies and Chironomids from Lake Winnipeg during 1969 and 1971*. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic, 27 pp.
- Chaudhuri, P.K., Debnath, R.K., & Nandi, S.K. (1983). Tanypodine midges of the genus *Ablabesmyia* Johannsen (Diptera: Chironomidae) from West Bengal with a note on their seasonal incidence and sex ratios. *Journal of Natural History*, 17, 901-917.
- Cooper, C.M. (1981). A population study of the Diptera (Insecta) of Grenada Reservoir, Mississippi. *Journal of Freshwater Ecology*, 1, 251-265.
- Cranston, P.S. (1995). Biogeography. In: Armitage, P., P.S. Cranston & L.C. Pinder (eds.). *The Chironomidae. The biology and ecology of nonbiting midges*. Chapman & Hall, London. Pp.62-84.
- Dascălu, M.M., Novac, A., Neagu, A.N., & Miron, J. (2009). *Chironomid larvae communities from the fish farm area of Izvoru Muntelui-Bicaz Reservoir*. Analele Științifice ale Universității "Al. I. Cuza" Iași, s. Biologie animală, Tom LV, 61-66.
- Dowling, C. (1980). Preliminary investigations on the Chironomidae (Insecta, Diptera) from some lotic environments in Iran. In: Murray DA (ed) *Chironomidae. Ecology, systematics, cytology and physiology*. Proc. 7th Int. Symp. Chironomidae, Dublin, August 1979. Pergamon Press, Oxford, 131-137.
- Ebrahimnezhad, M., & Allahbakhshi, E. (2013). A study on Chironomid larvae (Insecta- Diptera) of Golpayegan River (Isfahan-Iran) at generic level. *Iranian Journal of Science & Technology*, A1, 45-52.
- Ebrahimnezhad, M., & Fakhri, F. (2005). Taxonomic study of Chironomidae (Diptera) larvae of Zayandehrood river, Iran and effects of selected ecological factors on their abundance and distribution. *Iranian Journal of Science and Technology, Transaction*, A., 29 (A1), 89-105.

- Fakhri, F. (2001) *Identification of Chironomidae larvae (Diptera) in Zayandehrood River and effects of some physical factors on their abundance and distribution*. MSc thesis. University of Isfahan, Isfahan, Iran.
- Ferrington, Jr., L.C., Kavanaugh, R.G., Schmidt, F.J., & Kavanaugh, J.L. (1995). Habitat separation among Chironomidae (Diptera) in big springs. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 68 (2), 152-165.
- Fusari, L.M., & Fonseca-Gessner, A.A. (2006). Environmental assessment of two small reservoirs in southeastern Brazil, using macroinvertebrate community metrics. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18 (1), 89-99.
- Gilka, W., & Dominiak, P. (2007). Tanytarsini (Diptera: Chironomidae) of the Kashubian Lakeland. *Fragmenta Faunistica*, 50 (1), 47-55.
- Gukov, A.Y. (2000). Monitoring of Macro-Zoobenthos in the Lena River Mouth. *Polarforschung*, 70, 107-114.
- Hamerlika, L., & Brodersen, K.P. (2010). Non-biting midges (Diptera: Chironomidae) from fountains of two European cities: micro-scale island biogeography. *Aquatic Insects*, 32 (1), 67-79.
- Harrison, A. (1971). A Conspectus of the Macropelopiini and Pentaneurini (Tanypodinae: Chironomidae) of Africa South of the Sahara. *The Canadian Entomologist*, 103 (3), 386-390.
- Jacobsen, R.E. (2008). *A Key to the Pupal Exuviae of the Midges (Diptera: Chironomidae) of Everglades National Park, Florida*: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2008-5082, 119 pp.
- Karami, A., Ebrahimnezhad, M., & Zamanpour, M. (2014). Checklist and key identification of Chironomidae larvae (Insecta: Diptera) in Marbor River (Isfahan, Iran). *Taxonomy and Biosystematics*, 2, 49-64.
- Koçak, A.Ö., & Kemal, M. (2014). Revised and advanced list of the dipteran species of Turkey. *Cesa News*, 98, 14-105.
- Makarchenko E.A., & Makarchenko, M.A. (2005). A new species, *Aagaardia oksanae* sp. n. (Diptera, Chironomidae, Orthoclaadiinae) from Sikhote-Alin' Biosphere Nature Reserve. *Euroasian Entomological Journal*, 4 (3), 235-236.
- Marziali, L., Casalegno, C., & Rossaro, B. (2004). The first record of the subfamily Buchonomyiinae (Diptera, Chironomidae) from Italy. *Italian Journal of Zoology*, 71, 341-345.
- Marziali, L., Lencioni, V., Parenti, P., & Rossaro, B. (2008). Benthic Macroinvertebrates as Water Quality Indicators in Italian Lakes. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 13, 51-59.
- Mohammadian, H. (2004). *The biodiversity of Diptera in Iran*. Shabpareh Publication, 138 pp.
- Móra, A., & Csabai, Z. (2008). First annotated checklist of Chironomidae of Rhodos, Greece. *Spixiana*, 31 (2), 223-231.
- Móra, A., & Farkas, A. (2012). The Chironomidae (Diptera) Fauna of the Szentendrei-Duna, Hungary. *Acta Biologica Debrecina Supplementum Oecologica Hungarica*, 28, 129-140.
- Murray, D.A. (1976). *Buchonomyia thienemanni* Fittkau (Diptera, Chironomidae) a rare and unusual species recorded from Killarney, Ireland. *Entomologist's Gazette*, 27, 179-180.
- Murray, D.A., & Ashe, P. (1981). A description of the pupa of *Buchonomyia thienemanni* Fittkau, with notes on its ecology and on the phylogenetic position of the subfamily Buchonomyiinae (Diptera, Chironomidae). *Spixiana*, 4, 55-68.
- Murray, D.A., Hughes, S.J., Furse, M.T., & Murray, W.A. (2004). New records of Chironomidae (Diptera: Insecta) from the Azores, Macaronesia. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, 40 (1), 33-42.
- Nazarova, L. (2006). Chironomids of the Aral Sea. *Chironomus Newsletter of Chironomid Research*, 19, 10-12.
- Oliver, D.R., Dillon, M.E. & Cranston, P. S. (1990). A Catalog of Nearctic Chironomidae. *Research Branch Agriculture Canada Publication*, 1857/B, 1-89.
- Orendt, C., Garcia, X. F., Janecek, B.F., Michiels, S., Otto, C.J., & Müller, R. (2014). Faunistic overview of Chironomidae (Insecta: Diptera) in lowland running waters of north-east Germany (Brandenburg) based on 10- year EU-Water Framework Directive monitoring programme. *Lauterbornia*, 77, 37-62.
- Özkan, N. (2006). Fauna of Chironomid (Chironomidae; Diptera) in Turkish Thrace Region (Kırklareli, Tekirdağ, İstanbul and Çanakkale). *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23, 125-132.
- Paasivirta, L. (2014). Checklist of the family Chironomidae (Diptera) of Finland. *ZooKeys*, 441, 63-90.
- Pakalniškis, S., Rimdaitė, J., Sprangauskaitė-Bernotienė, R., Butautaitė, R., & Podėnas, S. (2000). Checklist of Lithuanian Diptera. *Acta Zoologica Lituanica*, 10 (1), 1392-1657.
- Polski, W.M. (2001). Check list of Polish Diptera. Wersja: IV, 153 pp.
- Qi, X., Lin, X., & Wang, X. (2012). A new species of the genus *Microtendipes* Kieffer, 1915 (Diptera, Chironomidae) from Oriental China. *Zookeys*, 212, 80-89.
- Rajabipour, F., Mashaii, N., Saresangi, H., Bitaraf, A., Mohammadi, M., & Askari, M. (2011a). *Chironomus aprilinus* Meigen, 1830, production in underground brackish waters of Bafq, Iran. *Proceedings of 18<sup>th</sup> International Symposium on Chironomidae, Trondheim Norway 4-6 July 2011*, pp. 41.

- Rajabipour, F., Mashaii, N., Saresangi, H., Bitaraf, A., Mohammadi, M., & Sahragard, A. (2011b). *Chironomus aprilius* Meigen, 1830, production in underground brackish waters of Iran. *Academic Journal of Entomology*, 4 (2), 41-46.
- Rossaro, B., Boggero, A., Lencioni, V., Marziali L., & Solimini, A. (2006). Tools for the development of a benthic quality index for Italian lakes. *Journal of Limnology*, 65 (1), 41-51.
- Sæther, O.A. (1969). Some Nearctic Podonominae, Diamesinae and Orthoclaidiinae (Diptera: Chironomidae). *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 107, 1-154.
- Sæther, O.A. (2000). Aagaardia, a New Holarctic Orthoclad Genus (Diptera: Chironomidae). *Aquatic Insects*, 22 (3), 177-196.
- Sæther, O.A. (2004). The chironomids (Diptera, Chironomidae) described by Lund-ström (1915) from arctic Siberia, with a redescription of *Derotanypus sibiricus* (Kruglova & Chernovskii). *Zootaxa*, 595, 1-35.
- Sæther, O. A., & Spies, M. (2013). Fauna Europaea: Chironomidae in: Beuk, P. & T. Pape (eds.) Fauna Europaea: Diptera Nematocera. Fauna Europaea version 2.6. Internet database, online since April 2013.
- Sahragard, A., & Rafatifard, M. (2006). Mass rearing of the larvae of *Chironomus riparius* (Dip.: Chironomidae). *Journal of Entomological society of Iran*, 26 (1), 45-55.
- Sahragard, A., & Rafatifard, M. (2010). Biology and effect of temperature on larval development time of *Chironomus riparius* Meigen (Diptera: Chironomidae) under laboratory conditions. *Munis Entomology and Zoology*, 5, 1025-1033.
- Serra-Tosio, B., & Laville, H. (1991). Liste annotée des Diptères Chironomidae de France continentale et de Corse. *Annales de Limnologie*, 27, 37-74.
- Spies, M., & Reiss, F. (1996). Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). *Spixiana*, 22, 61-119.
- Stoichev, S. (1996). On the Chironomid fauna from Bulgarian inland waters. *Lauterbornia*, H., 25, 117-123.
- Tatole, V. (2000). Checklist of Chironomidae (Diptera) of Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 42, 117-132.
- Trivinho-Strixino, S. (2011). Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) from São Paulo State, Southeast of Brazil. *Biota Neotrop*, 11 (1a), 675-684.
- White, D.S. (2014). The Benthic Macroinvertebrates of Kentucky Lake, a Mainstem Reservoir on the Tennessee River, USA. *Transactions of the American Entomological Society*, 140, 83-99.
- Zettlera, M.L., & Daunys, D. (2007). Long-term macrozoobenthos changes in a shallow boreal lagoon: Comparison of a recent biodiversity inventory with historical data. *Limnologia*, 37, 170-185.

## Antalya, Isparta ve Afyonkarahisar İllerinde Bulunan Su Ürünleri İşleme Tesislerinin Güncel Durumu

Hüseyin ERKEÇ<sup>\*1</sup>, Şengül BİLGİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, İzmir İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Balıkçılık ve Su Ürünleri Şube Müdürlüğü, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, Türkiye

\* Sorumlu Yazar: [erkoc3242@gmail.com](mailto:erkoc3242@gmail.com)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 28 Haziran 2019; Kabul 30 Aralık 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Erkeç, H., & Bilgin, Ş. (2020). Antalya, Isparta ve Afyonkarahisar illerinde bulunan su ürünleri işleme tesislerinin güncel durumu. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 51-65. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.584098>

### Özet

Bu çalışmada Göller Bölgesi'nin su ürünleri üretiminde lider konumda olan Antalya, Isparta ve Afyonkarahisar'da faaliyet gösteren toplam 13 su ürünleri işleme tesisi incelenmiştir. Çalışma için önceden belirlenen soruların bulunduğu anket formu hazırlanmıştır. Ankette işletmelerin kuruluş tarihleri, kuruluş yerleri, kurulu kapasiteleri, personel durumu, hijyen durumu, iş güvenliği durumu, uluslararası almış oldukları kalite belgeleri, hammadde temin şekilleri, işleme yöntemleri, üretim ve ihracat durumu ve işleme tesislerinin karşılaştıkları problemler ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Anket sonuçlarına göre genel olarak işleme tesislerinin Isparta ve Afyonkarahisar'da eşit şekilde dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Antalya'da 5, Isparta ve Afyonkarahisar'da 4'er tesis yerinde ziyaret edilerek anket formları doldurulmuştur. Tesislerde bayan işçiler daha çok olmak üzere daimi işçiler çalışmaktadır. Sorumlu yöneticilerin çoğunu su ürünleri mühendisleri oluşturmaktadır. Tesislerin tümünde HACCP uygulanmakta olup hijyen eğitimi almış, iş güvenliği eğitiminden geçmiş personel çalışmaktadır. Tesislerde iş güvenliği şirketleriyle anlaşmalı iş güvenliği uzmanı bulunmaktadır. Hammadde temininin hem yerli hem de yabancı üreticilerden karşılandığı tespit edilmiştir. Genellikle tüm tesislerin ihracat yaptığı tespit edilmiştir. En çok karşılaşılan problemler kalifiye elaman bulmaktaki güçlükler ve hammadde sıkıntısı olarak tespit edilmiştir.

*Anahtar kelimeler:* Su ürünleri, işleme tesisi, kalite, Göller Bölgesi, Türkiye

### Current situation of seafood processing plants in Antalya, Isparta and Afyonkarahisar provinces.

#### Abstract

In this study, a total of 13 seafood processing plants located in Antalya, Isparta and Afyonkarahisar, which are the leader in the seafood production of the Lakes Region, were investigated. A survey form was prepared for the study. The survey includes information on the establishment dates, establishment locations, installed capacities, personnel status, hygiene status, occupational safety status, international quality certificates, raw material procurement methods, processing methods, production and export status, and problems encountered by processing plants.

According to the results of the survey, it was determined that the seafood processing plants were distributed evenly in Antalya, Isparta and Afyonkarahisar. 5 processing plant in Antalya, 4 processing plant in Isparta and 4 in Afyonkarahisar were visited at the site and the survey were filled. At the facilities, women work mainly and the permanent workers are working intensively. Most of the responsible managers are aquaculture engineers. In all of the facilities, HACCP is applied and there is personnel who have received hygiene training and who have been trained in occupational safety. Facilities include a contracted occupational safety specialist with occupational safety companies. It is determined that raw material is obtained from both domestic and foreign producers. Generally all facilities are exporting. The most common problems were identified as difficulties in finding qualified personnel and a shortage of raw materials.

*Keywords:* Seafood, processing plant, quality, Lake District, Turkey

### GİRİŞ

Yapılan araştırmalara göre su ürünleri sektörü dünyada en hızlı büyüyen sektördür. Bitkisel ve hayvansal üretim, ormancılıkla birlikte tarımın dört alt sektöründen birisidir (Kömürlü ve Atar, 2019). Ülkemizi çevreleyen denizler, çok sayıda doğal göl ve yapay gölete sahip olmamız, bu kaynakların



balık yetiştiriciliğine uygun olması su ürünleri potansiyeli için önem arz etmektedir. Türkiye son zamanlarda su ürünleri sektörü olarak üretim ve ekonomi açısından önemli yol kat etmiş olsa da istenilen düzeyde değildir.

Hayvansal protein gereksinimini karşılamak için daha ucuz ve proteince daha zengin olan su ürünleri, dünya besin gereksiniminin önemli kısmını karşılayan temel bir endüstridir. Özellikle son 50 yılda eğitimler ve teknoloji sayesinde şaşırtıcı bir gelişim göstermiş, FAO tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörü olarak belirlenmiştir (Dağtekin ve Ak, 2007).

Su ürünleri sağlıklı beslenme önerilerinin vazgeçilmezleri arasında yer alan bir besin maddesi olmasına rağmen; ülkemizde kişi başına su ürünleri tüketimimiz AB ülkeleri ve dünyadaki diğer gelişmiş ülkelerin balık tüketim ortalaması altında kalmaktadır. Su ürünlerinin cazip hale getirilmesi ve farklı damak tatlarının oluşturulmasında en önemli sektör su ürünleri işleme sektörüdür. Gelişen gıda teknolojileri ile birlikte farklı su ürünleri işleme teknolojilerinin ülkemizde uygulanması ülke ekonomisine katkı sağlamakla birlikte su ürünlerini ülkemizde cazip bir gıda maddesi haline getirebileceği düşünülmektedir.

Türkiye su ürünleri üretimi bakımından dünyada 35., Avrupa ülkeleri arasında ise İngiltere'den sonra 6'ncı sıradadır. Türkiye'de 2017 yılı üretiminin %51,1'i avcılık yoluyla denizden, %5,1'i iç sulardan ve %43,9'u da yetiştiricilikten elde edilmiştir (www.tuik.gov.tr). Türkiye'de 2017 yılı TÜİK verilerine göre 630.820 ton su ürünleri üretimi gerçekleşmiştir. Bu üretimin yaklaşık 354 bin tonu avcılık yoluyla 276 bin tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Bu ürünlerin 156 bin tonu ise başka ülkelere hammadde, işlenmiş ve yarı işlenmiş olarak ihraç edilmektedir (www.tuik.gov.tr).

Ülkemizdeki işletmelerin büyük bir kısmı AB başta olmak üzere dış ülkelere ihracat yapmaktadır. Bir kısmı ise üçüncü dünya ülkeleri ve iç piyasaya ürün vermektedir. Özellikle AB' ne ihracat yapmak üzere onaylanmış işletmeler AB uzmanları tarafından da denetime tabi tutulmaktadır (Anonim, 2014). Göller Bölgesi'nde yer alan Antalya-Isparta-Afyonkarahisar illerinde bulunan 13 adet su ürünleri işleme tesisleri tüm Türkiye'de bulunan su ürünleri işleme tesislerinin % 5'ini oluşturmaktadır.

2019 yılı itibarıyla ülkemizde, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na kayıtlı 248 adet balık, çift kabuklu yumuşakça, kurbağa bacağı ve salyangoz işleyen tesis bulunmaktadır. Bunların tamamı aktiftir. Bu işletmelerin iller bazında dağılımına bakıldığında İzmir, İstanbul, Muğla ve Trabzon illerinin önde geldiği görülmektedir (www.tarimorman.gov.tr). Bu işletmelerden İzmir, Muğla, Trabzon, Denizli, Kayseri, Elazığ, Kahramanmaraş, Malatya gibi illerde bulunan tesislerde genellikle kültür balıkları işlenmektedir. Bu tesislerde balıkların büyük bir kısmı, taze-soğutulmuş olarak değerlendirildiği gibi; dondurulmuş, fileto ve füme olarak da işlenmektedir. Deniz kültür balıkları içerisinde levrek ve çipura daha çok taze- soğutulmuş, dondurulmuş ve fileto olarak işlenirken, alabalık bu formların yanı sıra füme olarak da işlenmektedir.

2014 yılı su ürünleri işleme tesislerinin toplam kapasiteleri 100 bin ton/yıla yakındır. Ancak bu kapasitenin diğer gıda ürünlerinde olduğu gibi % 65'i kullanılmaktadır (Anonim, 2014). Çalışmanın yapıldığı dönemde ülkemiz genelindeki su ürünleri işleme tesis sayısı 216 olup bunlardan 13 adet işleme tesisi Antalya (5) Isparta (4) ve Afyonkarahisar' da (4) bulunmakta idi (www.ggbs.tarim.gov.tr). 2019 yılı itibarıyla Antalya'daki su ürünleri işleme tesis sayısı artarak 8'e yükselmiştir (www.ggbs.tarim.gov.tr). Yapılan çalışmada bahsi geçen illerde bulunan işleme tesislerinin kurulu kapasitesi, personel durumu, işleme yöntemleri, işlenen türler, pazar durumu, ham madde temin yöntemi, yıllık üretim miktarları ve ihracat miktarları hakkında bilgiler edinilmiş olup ülke ve bölge ekonomisi için önemi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Çalışmada Afyonkarahisar, Antalya ve Isparta'da kurulmuş olan toplam 13 su ürünleri işleme tesisi ziyaret edilmiştir. Çalışma yapılacak illerdeki aktif durumda olan su ürünleri işleme tesisleri Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait Gıda Güvenliği Bilgi Sistemi üzerinden tespit edilmiştir. Tesisler yerinde ziyaret edilmiş; bölgede bulunan İl Tarım ve Orman Müdürlüklerinden yardım alınmıştır.

Birebir görüşmelerde tesislerin sorumlu yöneticisi veya sorumlu müdürü, firma yöneticilerine çalışmamızla ilgili sorular yöneltilmiştir. Çalışmamızda işletme gizliliğine titizlikle önem verileceği bildirilmiş ve çalışmanın hedefine ulaşması için bilgilerin doğruluğunun önemine değinilmiştir. İşletme yetkilileri ile birlikte işleme tesisleri gezilmiştir. Hammadde girişinden mamul madde çıkış sürecine kadar, çalışanların ve işleme tesisinin hijyen uygulamaları incelenmiştir.

İşletmelere aşağıda verilen anket bilgi formundaki sorular yöneltilmiştir. Anketin hazırlanmasında kendi hazırladığımız soruların yanı sıra Aral (2009) ve Ünlüsayın vd. (2005)'ten de yararlanılmıştır. Bu sorularla işletmenin kurulu kapasitesi, yerleşim yerine uzaklığı, kuruluş yılı üretim ve ihracat miktarları, uluslararası kalite belgeleri, iş güvenliği durumu, işleme yöntemleri, personel durumu ile ilgili bilgiler hedeflenmiştir. Tesisler numaralandırılarak anketler hazırlanmıştır. Sadece faaliyet gösterdikleri ve bağlı oldukları il belirtilmiştir.

### **SU ÜRÜNLERİ İŞLEME TESİSİ ANKET BİLGİ FORMU**

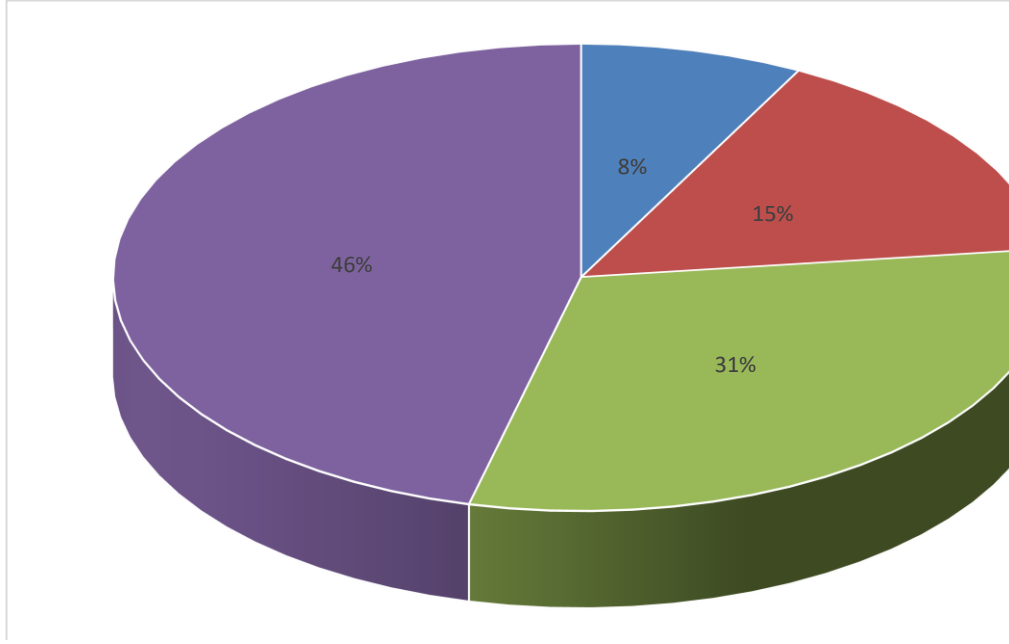
- 1) İşletmenin adı, kuruluş yeri ve yılı?
- 2) İşletmenin kurulu kapasitesi nedir?
- 3) İşletmede bulunan personel durumu ve sayısı?
  - a- Sezonluk işçi
  - b- Daimi işçi
  - c- Yevmiyeci işçi
  - d- Tekniker
  - e- Su Ürünleri Mühendisi
  - f- Gıda Mühendisi
  - g- Ziraat Mühendisi
  - h- Veteriner Hekim
  - ı- Biyolog
  - i- Diğer
- 4) İşletmede çalışan personel hijyen eğitimi aldı mı?
  - a- Evet
  - b- Hayır
- 5) İşletmede çalışanların yaş aralıkları nedir?
  - a. 18-25
  - b. 25-30
  - c. 30-35
  - d. 35-45
  - e. 45 ve üzeri
- 6) İşletmede çalışanların cinsiyet dağılımı?
  - f. Erkek
  - g. Kadın
- 7) İşletmede çalışanların kaç tane balık tüketiyor?
- 8) İşletmede çalışanların eğitim durumu?
  - a. İlkokul
  - b. Ortaokul
  - c. Lise
  - d. Önlisans
  - e. Lisans
  - f. Yüksek lisans / Doktora
- 9) İşletmede bulunan personel iş güvenliği eğitimi aldı mı?
  - a. Evet
  - b. Hayır
- 10) İşletmeye ait iş güvenliği uzmanı bulunuyor mu?
  - a. Evet
  - b. Hayır
- 11) İşletmede bulunan ulusal ve uluslararası kalite belgeleri nelerdir?
- 12) İşletmede HACCP uygulanıyor mu?
  - a. Evet
  - b. Hayır
- 13) İşletmeye gelen hammaddenin ediniliş şekli nedir?
  - a. Avcılık
  - b. Yetiştiricilik

- 14) İşletmeye gelen hammadde kaynağı?  
a. Yerli  
b. Yabancı
- 15) İşletmede işlenen türler nelerdir?  
a. Balık (Balık Türleri)  
b. Çift Kabuklu Yumuşakçalar (Çift kabuklu yumuşakça türleri)  
c. Diğer
- 16) İşletme ürünlerini nasıl değerlendirmektedir?  
a. İç piyasada değerlendirilmektedir.  
b. Avrupa birliği ülkelerine ihraç edilmektedir.  
c. AB dışında bulunan ülkelere ihraç edilmektedir.
- 17) İşletme tam kapasite çalışıyor mu? Yüzde kaç oranla çalışıyor?  
a. Evet  
b. Hayır
- Oran % ( )
- 18) İşleme tesisinde kullanılan işleme yöntemleri nelerdir?  
a. Taze /Soğutulmuş ve Dondurulmuş (Vide, Fileto) ürün  
b. Tuzlanmış ve Marine ürün  
c. Dumanlanmış ürün  
d. Konserve ürün  
e. Diğer
- 19) İşletmenin yerleşim yerine olan uzaklığı ne kadardır?  
a. 0-5 km  
b. 5-10 km  
c. 10-50 km  
d. 50 km ve üzeri
- 20) İşletmenin yıllık üretim miktarı ne kadardır?  
a. 0-500 ton/yıl  
b. 500-1000 ton/yıl  
c. 1000-5000 ton/yıl  
d. 5000 ton/ yıl ve üzeri
- 21) İşletme son yıllarda ortalama ihracat miktarı ne kadardır?  
a. 0-500 ton/yıl  
b. 500-1000 ton/yıl  
c. 1000-5000 ton/yıl  
d. 5000 ton ve üzeri/yıl
- 22) İşletmenin en çok karşılaştığı problemler nelerdir?

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### *İşletmelerin Kuruluş Tarihleri*

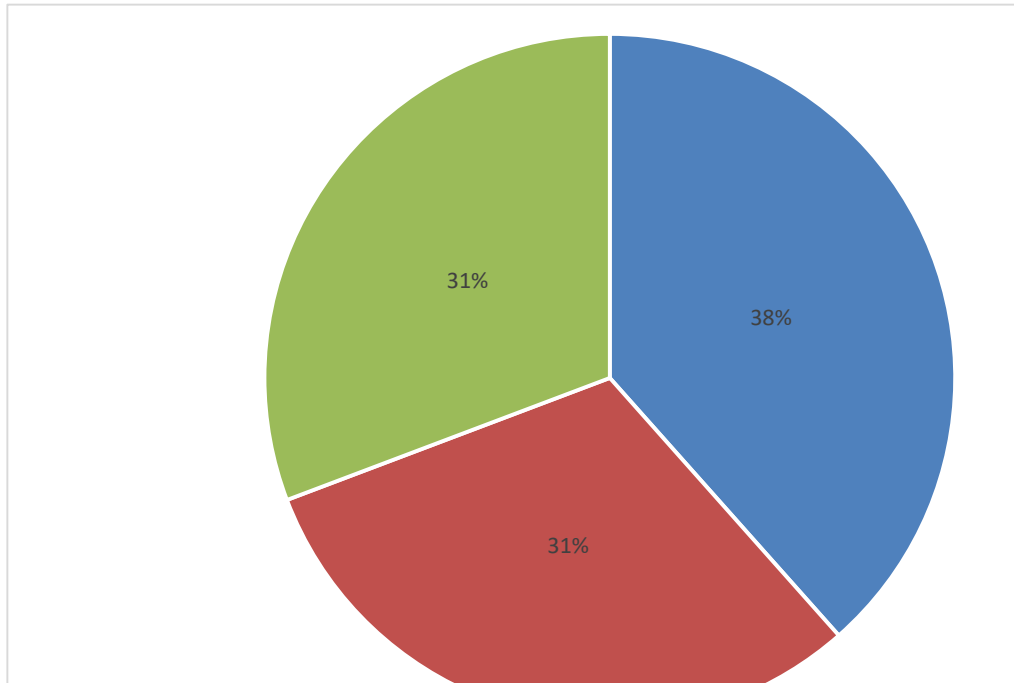
Su ürünleri işleme sektörü son yıllarda hızla gelişmektedir. Bu işletmelerin çoğunun bölgede bulunan yetiştiricilik ve avcılık ürünlerinin değerlendirilmesi üzerine kurulduğu anlaşılmaktadır. Yıllar geçtikçe sektörün daha da profesyonel olarak üretim yaptığı, tesislerde gerekli teknik ve hijyenik şartların tam olarak uygulandığı gözlenmiştir. Tesisler ihracat yapmak için kendilerini yenileyip geliştirmek zorunda kalmışlar ve HACCP uygulamasına geçmişlerdir.



Şekil 1. Çalışmadaki işletmelerin kuruluş tarihlerine göre dağılımı

### İşletmelerin İllere Göre Dağılımı

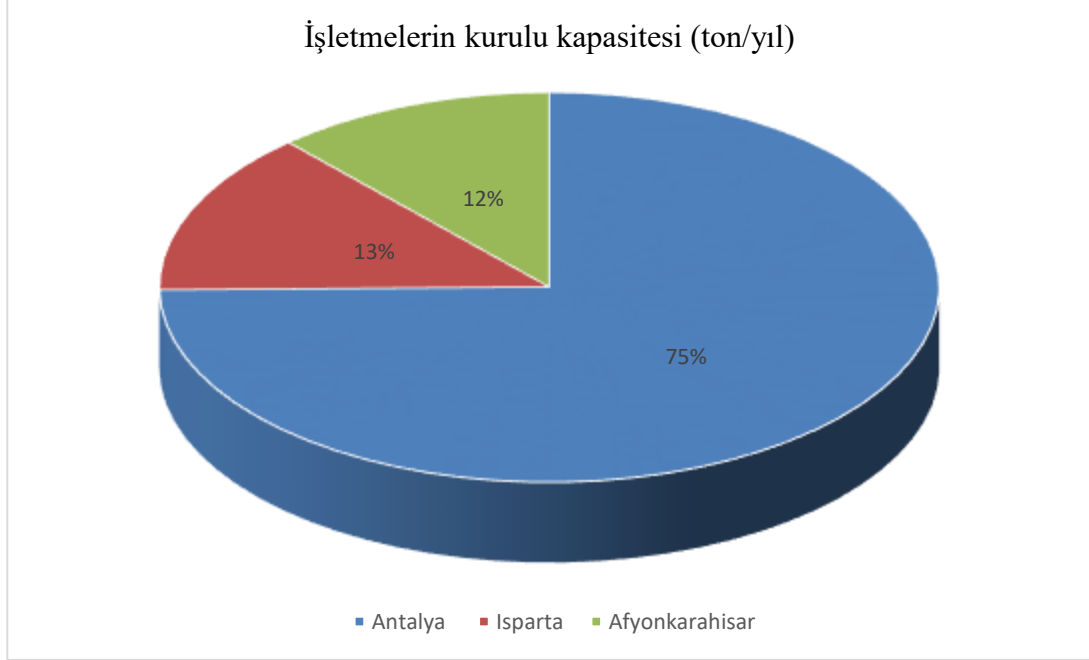
İncelenen tesislerin kuruluş yerlerine bakılınca avcılık ve yetiştiriciliğin yoğun olarak yapıldığı iller olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan tesislerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiş olup daha çok deniz ürünlerinin değerlendirildiği Antalya’da 5 adet, Isparta’da 4 adet, Afyonkarahisar’da 4 adet su ürünleri işleme tesisi bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. İncelenen tesislerin illere göre dağılımı

### İşletmelerin Kurulu Kapasiteleri

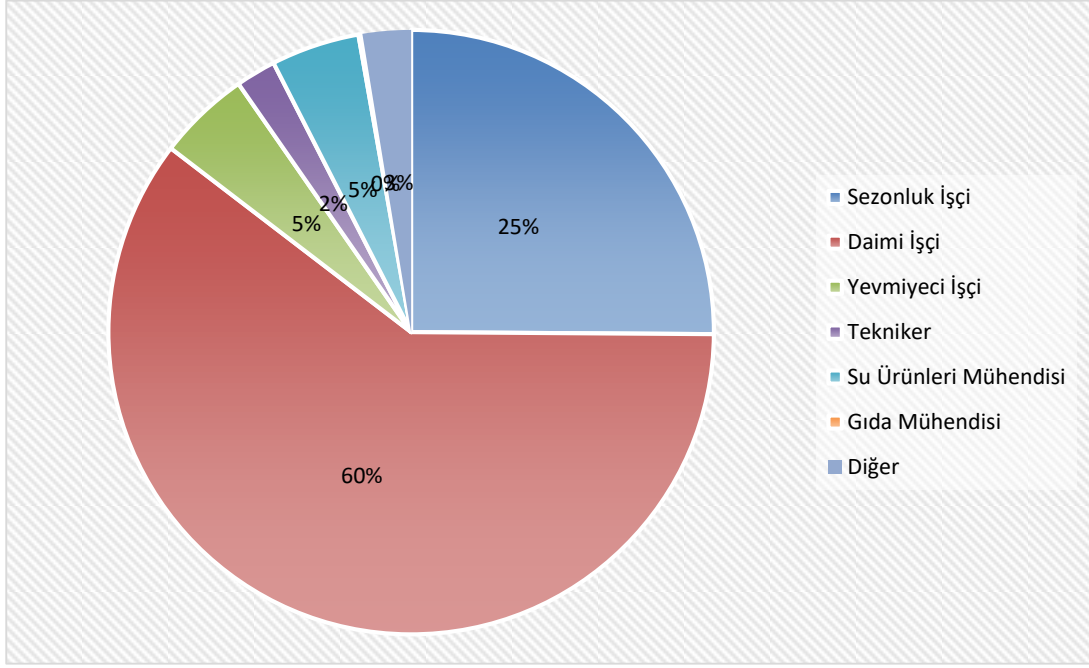
İşleme tesislerinin hammadde temini, bölgedeki konumu tesislerin kurulu kapasitesini etkilemektedir. Antalya İli'nde bulunan işleme tesislerinin hem tatlı su hem deniz ürünlerini işlemesi ve bu ürünlerin temininin kolaylığı nedeniyle kurulu kapasiteleri 19408 ton/yıl iken, Isparta İli için 3522 ton/yıl, Afyonkarahisar İli için 3030 ton/yıldır (Şekil 3).



Şekil 3. İncelenen tesislerin illere göre kurulu kapasite dağılımı

### Çalışmadaki İşleme Tesislerinde Personel Dağılımı

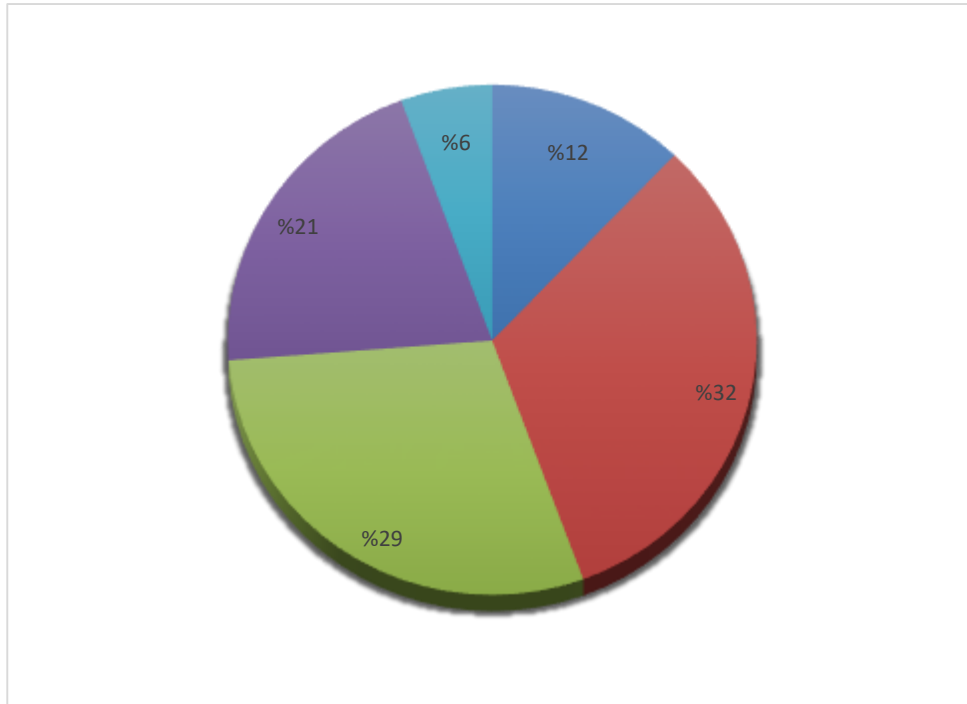
Yapılan çalışmada personel durumu ile ilgili elde edilen verilere göre; avcılık sezonuna bağlı olarak çalışan sayısı değişebilmektedir. Afyonkarahisar'da bulunan sadece kerevit işleyen bir tesis daha çok sezonluk işçi çalıştırmaktadır. Antalya'da bulunan başka bir tesis hem avcılık hem yetiştiricilik ürünlerini işlediği için daimi işçiyi daha fazla çalıştırmaktadır. Araştırmamıza konu olan işletmelerde; 117 sezonluk işçi, 281 daimi işçi 23 yevmiyeci işçi, 10 tekniker, 22 su ürünleri mühendisi, 1 gıda mühendisi ve 12 diğer (aşçı, şoför, güvenlikçi vb) personel çalışmaktadır. Sorumlu müdürler genellikle su ürünleri mühendislerinden seçilmektedir. Bu işler genellikle işleme tesislerinde vide, fileto çıkarma, taze soğutulmuş ve dondurulmuş ürünlerin hazırlanmasında, kerevit ve salyangoz temizlemede, paketlenme ve ürün kabulünde, tütsüleme görev almaktadır. Ayrıca işleme tesisinin hijyeninden sorumlu kişiler de bulunmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda tesislerin personel dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. İncelenen işleme tesislerinin personel dağılımı

#### Tesislerde Çalışan Personelin Yaş Gruplarına Göre Dağılımı

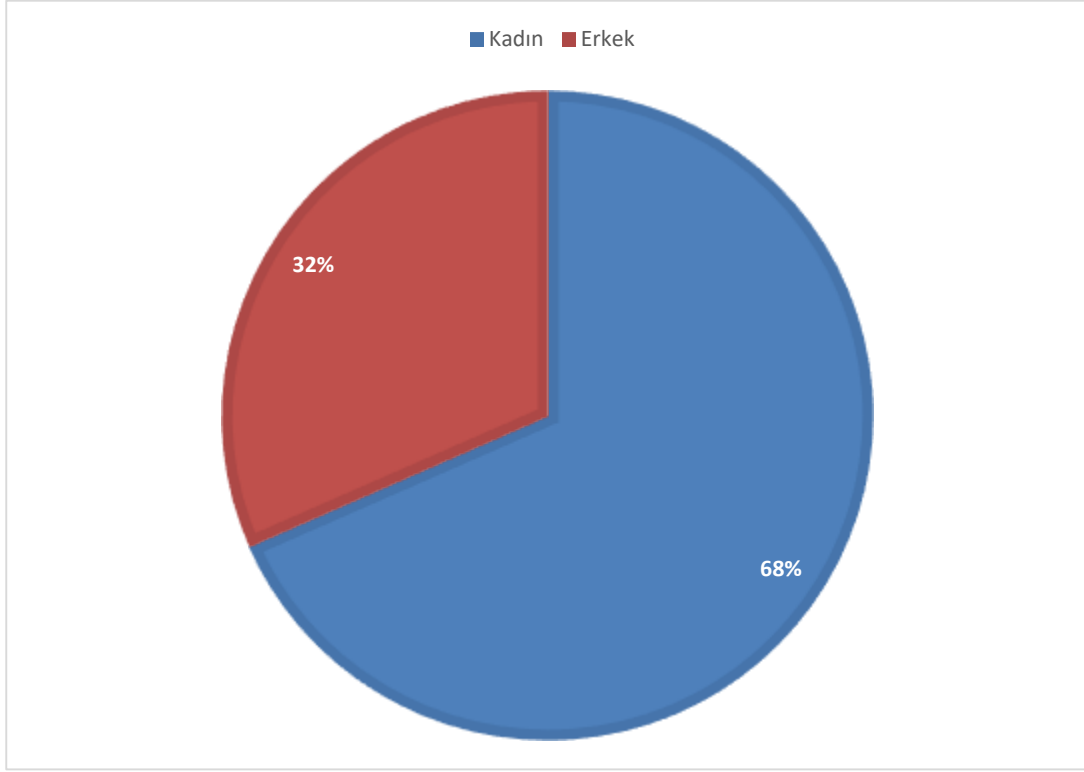
Yapmış olduğumuz çalışmada 18-25 yaş gurubundan 54 kişi, 25-30 yaş gurubundan 144 kişi, 30-35 yaş gurubundan 131 kişi, 35-45 yaş gurubundan 92 kişi, 45 yaş üstü yaş gurubundan 25 kişi çalıştığı belirlenmiştir. Tespit edildiği üzere orta yaş grubu işleme tesislerinde daha çalışmaktadır. Yaş gruplarına göre personel dağılımı Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. İncelenen tesislerinde çalışan personelin yaş gurularına göre dağılımı

### ***İncelenen Tesislerde Cinsiyet Dağılımı***

Su ürünleri işleme tesislerinde çalışan personelden çoğunun kadın olduğu, işleme tesislerinin büyük bölümünün kadın personel tercih ettiği tespit edilmiştir. İncelenen tesislerde çalışanların 305'ini kadın, 141'ini erkek personel oluşturmaktadır (Şekil 6).



**Şekil 6.** İncelenen tesislerdeki çalışan personelin cinsiyet dağılımı

Araştırmanın yapıldığı tesislerde çalışan personele **balık tüketimi** hakkında sorular sorulmuştur. Tüm tesislerdeki çalışanlar balık tükettiğini beyan etmişlerdir. Çalışanların birçoğunun **ilköğretim mezunu** olduğu tespit edilmiştir. Çalışanların genellikle tesisin bulunduğu yörenin insanlarından seçilmiş olduğu, sorumlu yöneticiler ve bazı teknikerlerin tecrübesine önem verildiği gözlenmiştir. En çok ihtiyaçlardan birisi de tecrübeli kalifiye eleman bulma sorunu olduğu görülmüştür. Söz konusu tesislerde çalışanların hepsinin **iş güvenliği ve hijyen eğitimi** aldıkları tespit edilmiştir. Bazı işletmeler kendi bünyesinde iş güvenliği uzmanı bulundurmakta iken bazıları ise iş güvenliği şirketleri ile sözleşme esasına göre iş güvenliği uzmanı bulduklarını tespit edilmiştir.

### ***İşletmelerde Bulunan Uluslararası Kalite Belgeleri***

Çalışmamızda incelenen tesislerde uluslararası kalite belgeleri olarak Global GAP, IFS, BRC, ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000, OHSAS 18001 ve HACCP belgesine sahip oldukları anlaşılmıştır. İncelenen 13 tesisten hepsinde HACCP, 12' sinde IFS, 9'unda BRC, 6'sında ISO 9001, 4' ünde ISO 22000, 3'ünde GLOBAL GAP, 2'sinde ISO 14001 ve 1'inde OHSAS 18001 uluslararası kalite belgeleri bulunmaktadır.

### ***İşletmelerin Hammadde Temin Şekilleri***

Ülkemiz genelinde olduğu gibi incelenen su ürünleri işleme tesislerinde en büyük problemlerinden birisi hammadde teminidir. Çalışmamızdaki tesislerin 9'u hammaddeyi hem avcılık hem de yetiştiricilik yoluyla elde etmektedir. Geriye kalan 4 tesis ise sadece yetiştiricilik yoluyla hammadde kaynağı sağlamaktadır. Bu tesislerden hammadde kaynağı olarak 7'si yerli ve yabancı ürünleri kullanırken, 6 tanesi sadece yerli ürünleri tercih etmektedir (Tablo 1).

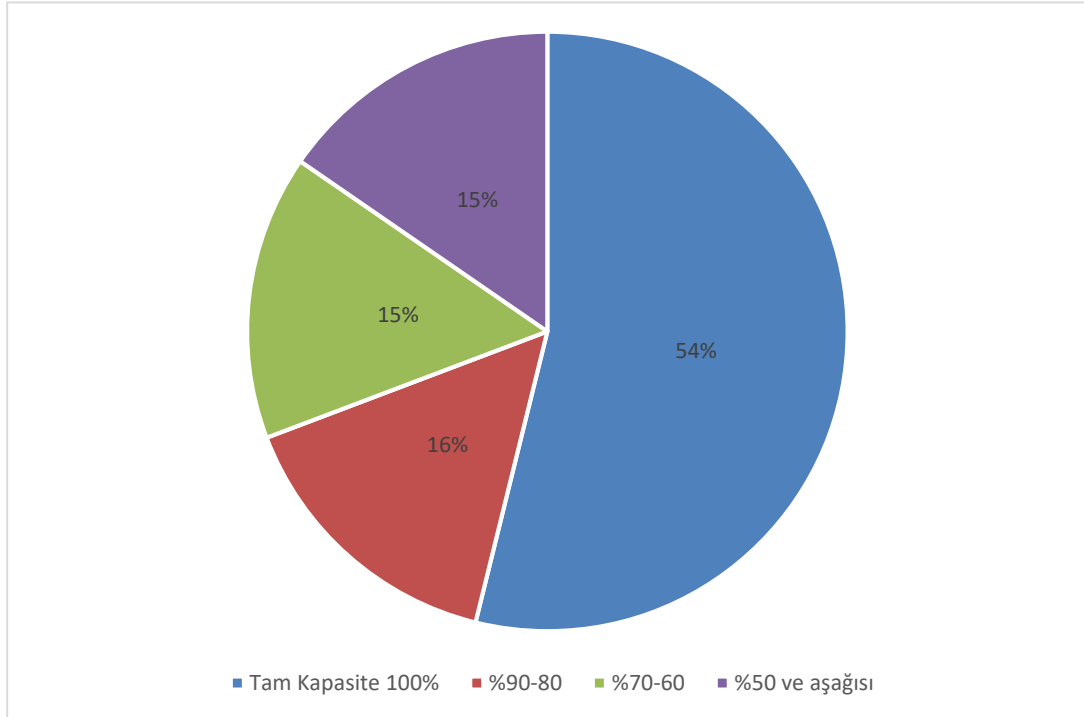
Isparta ve Afyonkarahisar’da bulunan tesislerde daha çok alabalık, sudak, gümüşü havuz balığı, çipura, levrek, salyangoz, kerevit işlenmektedir. Deniz ürünlerinin bol olduğu Antalya’da ise; çipura, levrek, granyöz, somon, uskumru, palamut, hamsi, tekir sübye, kalamar, ahtapot, karides, yılan balığı, deniz istakozu ve alabalık işlenmektedir.

**Tablo 1.** İncelenen işletmelerde hammadde ediniliş şekli ve kaynağı

Tesis No	Hammadde ediniliş şekli		Hammadde kaynağı	
	Avcılık	Yetiştiricilik	Yerli	Yabancı
1	X	X	X	X
2	X	X	X	X
3		X	X	
4	X	X	X	
5		X	X	
6	X	X	X	
7		X	X	
8		X	X	
9	X	X	X	X
10	X	X	X	X
11	X	X	X	X
12	X	X	X	X
13	X	X	X	X

#### Kapasite Kullanım Oranlarına Göre İşletmelerin Dağılımı

Çalışmadaki tesislerden 7 tanesi tam kapasite ile çalışırken, 6 tanesi %50-90 arası kapasitede çalışmaktadır (Şekil 7). Bu tesislerden 3 tanesi ürünlerini iç piyasada, AB ve AB ülkeleri dışındaki ülkelere ihracat ile değerlendirmektedir. Diğer tesisler ya iç piyasada ya da AB ülkelerine ihracat yaparak değerlendirmektedir.



**Şekil 7.** Kapasite kullanım oranlarına göre tesislerin dağılımı



### Tesislerin İşleme Yöntemleri

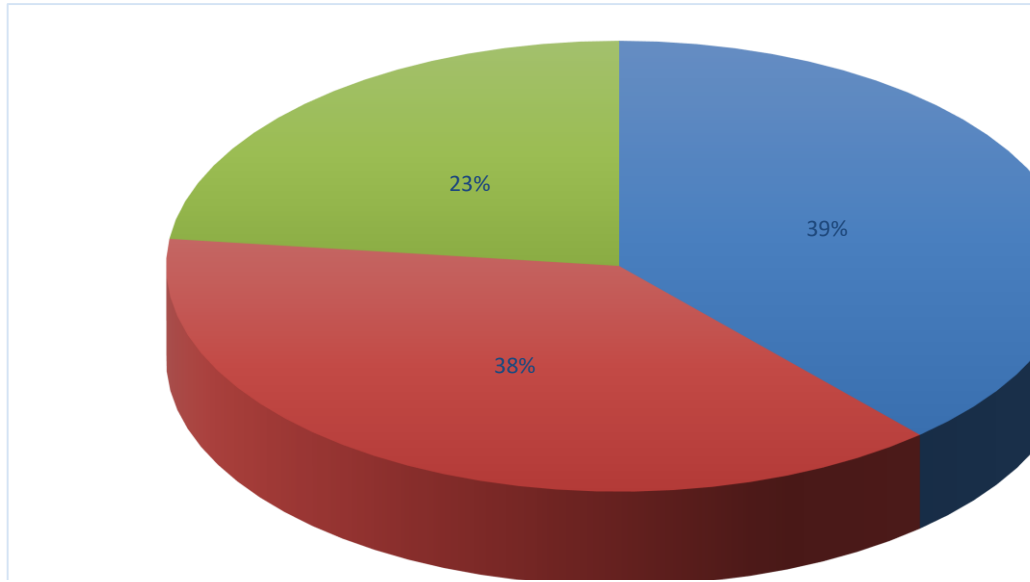
İncelenen 13 tesisin ortak özelliği taze, soğutulmuş ya da dondurulmuş olarak ürünlerini işlemekte olup Afyonkarahisar’da bulunan bir tesis dumanlanmış ürünü işlemektedir. Bazı tesisler ise özellikle Antalya’da bulunan tesisler konserve dışında tüm işleme yöntemlerini kullanmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2.** İncelenen tesislerdeki işleme yöntemleri

Tesis No	Taze/Soğutulmuş ve Dondurulmuş Ürün (Vide, Fileto)	Tuzlanmış ve Marine Ürün	Dumanlanmış Ürün	Konserve Ürün
1	X			
2	X			X
3	X			
4	X			
5	X			
6	X			
7	X			
8	X		X	
9	X	X	X	
10	X	X	X	
11	X			
12	X	X	X	
13	X			

### İşletmelerin Yerleşim Yerlerine Uzaklığı

İncelenen tesislerin yerleşim yerine uzaklığındaki dağılım Şekil 8’de gösterilmiştir. Buna göre tesislerin %23’ü yerleşim alanına 10-15 km uzaklıkta kurulmuşken %38’i 5-10 km ve %39’u 0-5 km uzaklıkta kurulmuştur.



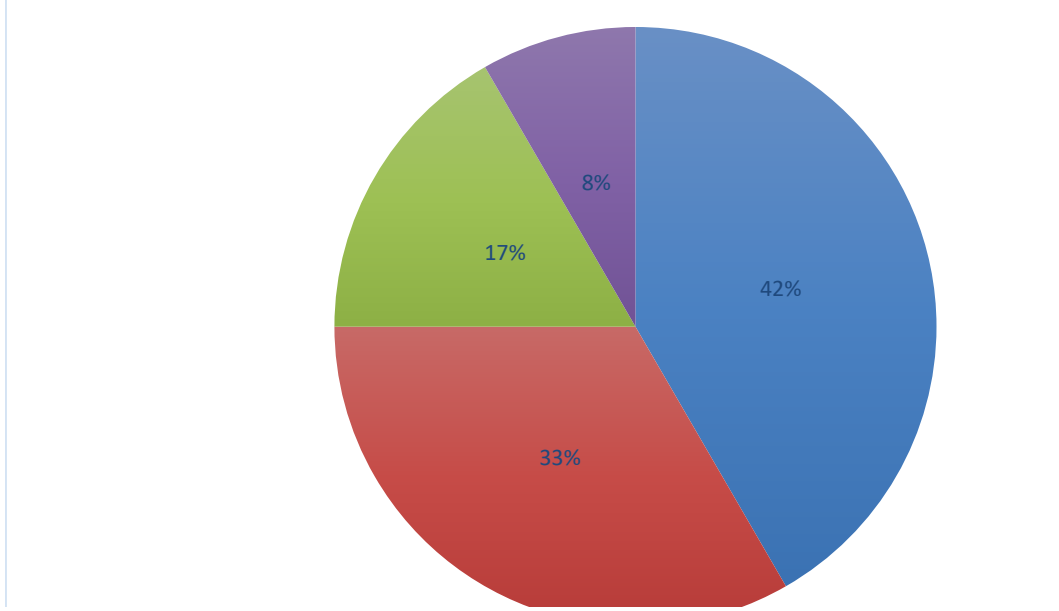
**Şekil 8.** İncelenen tesislerde yerleşim yerlerine uzaklık dağılımı

### İşletmelerin Üretim Miktarları

Antalya, Isparta ve Afyonkarahisar illerinde yapılan çalışmada 0-500 ton/yıl arası üretim yapan işletme sayısı 3 adet, 500-1000 ton/yıl üretim yapan tesis sayısı 5 adet, 1000-5000 ton/yıl arası üretim yapan tesis sayısı 4 adet olarak belirlenmiş olup 5000 ton/yıl üzeri üretim yapan tesis sayısı 1 adet olarak saptanmıştır.

### İşletmelerin İhracat Durumları

Araştırılan tesisler AB ülkelerine ve diğer bazı ülkelere ihracat yapmaktadırlar. Bu verilere göre; 0-500 ton/yıl arası ihracat yapan tesis sayısı 5, 500-1000 ton/yıl arası ihracat yapan tesis sayısı 4, 1000-5000 ton/yıl arası ihracat yapan tesis sayısı 2 ve son olarak 5000 ton/yıl arası ihracat yapan tesis sayısı 1'dir (Şekil 9).



Şekil 9. İncelenen tesislerin yapmış oldukları ihracat dağılımı.

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Göller Bölgesi'nde yer alan Isparta, Antalya ve Afyonkarahisar illerinde yapılan bu çalışmada işleme tesisleri birçok yönüyle incelenmiştir. İşletmelerin kuruluş tarihleri incelendiğinde su ürünleri işleme sektörünün ülkemizde çok eskiye dayanmadığı, yeni ve gelişmekte olan bir sektör olduğu görülmüştür. Özellikle son kurulan tesislerin daha profesyonel olarak kurulduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ele alınan işletmelerin çoğunun son 15 yılda kurulduğu en eski işletmenin 1981 yılında kurulduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki tesislerden %8'i 1980-1990 yıllarında, %15' i 1991-2000 yıllarında, %31' i 2001-2010 yılları arasında, %46'sı ise 2011-2019 yılları arasında kurulmuştur (Şekil 1).

Çalışmada Antalya'da 5 (%38), Isparta'da 4 (%31), Afyonkarahisar'da 4 (%31) su ürünleri işleme tesisi bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Tesislerin konumu kurulu kapasitelerini etkilemektedir. Örneğin hem deniz hem iç sulardan elde edilen ürünlerin bol olduğu Antalya'daki işletmelerin toplam kurulu kapasiteleri 19408 ton/yıl iken (%75), hammadde kaynağı olarak genellikle iç su ürünlerinin ağırlıkta olduğu Isparta ve Afyonkarahisar illerinde bulunan tesislerin toplam kurulu kapasiteleri 6552 ton/yıldır (%25) (Şekil 3).

Aral (2009), Ege ve Marmara bölgelerinde bulunan 25 tesis üzerinde yapmış olduğu çalışmada tesislerin en eski kuruluş tarihinin 1960'lara dayandığı ancak büyük çoğunluğunun son 10 yılda kurulduğu, hammadde kaynağına yakın bölgelerde bu işletmelerin yoğun olduğu tespit edilmiştir (Aral, 2009). Türkiye'de 1978'lerde başlayan su ürünleri işleme faaliyetleri asıl gelişimini 1990'lı yıllarda göstermiştir. Gerek işletme sayısının artması gerekse de teknik ve hijyenik şartlarda iyileştirmeye bağlı olarak tesis ve ürün kalitesinde bir artış görülmektedir. Başta büyük firmalara ürünlerini satan firmalar daha sonra kendini yenileyip geliştirerek kendi isimleriyle ihracat yapar duruma gelmişlerdir (Çapkın vd., 2008).

Yapılan çalışmada personel durumu ile ilgili elde edilen veriler şöyledir; Avcılık sezonuna göre çalışan, örneğin Afyonkarahisar'da bulunan sadece kerevit işleyen bir tesis, kerevit av sezonu kısa olduğundan daha çok sezonluk işçi çalıştırmaktadır. Antalya'da bulunan başka bir tesis hem avcılık hem yetiştiricilik ürünlerini işlediği için daimi işçiyi daha fazla çalıştırmaktadır. Çalışmamıza konu

olan işletmelerde; 117 adet sezonluk işçi (%25), 281 adet daimi işçi (%60), 23 adet yevmiyeci işçi (%25), 10 adet tekniker (%2), 22 adet su ürünleri mühendisi (%5), 1 adet gıda mühendisi ve 12 adet diğer personel (aşçı, şoför, güvenlikçi vb) (%3) çalışmaktadır (Şekil 4). Sorumlu yöneticiler genellikle su ürünleri mühendislerinden seçilmektedir. Ancak incelenen tesislerin çoğunda yetişmiş ve tecrübeli teknik eleman bulmakta güçlük yaşandığı belirtilmiştir.

Türkiye’de kültür balıkçılığı yapan işletmeler üzerine yapılan bir çalışmada, bu işletmelerin büyük çoğunluğunda iş gücü sorunu olduğunu ve yeterince teknik eleman bulamadıkları bildirilmiştir. Aynı çalışmada diğer hayvansal üretimlere göre su ürünleri yetiştiriciliğinde daha fazla deneyime ve bilgiye sahip olan teknik elemana ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. İşletmeler genellikle köy, belde gibi sosyal alt yapısı olmayan yerlerde kurulmuştur. Bu durum nitelikli personelin istihdam edilmesini ve devamlılığını olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim su ürünleri tesisleri çok sık personel değiştirmektedir. Muğla bölgesinde yaklaşık olarak 200 teknik personel (Su ürünleri mühendisi, veteriner, ziraat mühendisi, tekniker vb) ve 2000 civarı işçi çalışmaktadır (Özdemir ve Dirican, 2006).

Aral (2009), Ege ve Marmara bölgelerinde bulunan 25 tesis üzerinde yapmış olduğu çalışmada işletmelerde daha çok daimi işçi çalıştırıldığını vurgulamıştır. İşletmelerin sadece beş adedinde 10-50 arası mevsimlik işçi çalışmakta olup diğer tesislerin daimi işçi çalıştırdığını da belirtmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmada incelenen tesislerde 18-25 yaş grubundan 54, 25-30 yaş grubundan 144, 30-35 yaş grubundan 131, 35-45 yaş gurubundan 92, 45 yaş üstü yaş gurubundan 25 kişi çalıştığı tespit edilmiştir. Orta yaş grubu, işleme tesislerinde daha çok tercih edilmektedir. Çalışan personelin 305’ i kadın, 141’i erkek personelden oluşmaktadır (Şekil 5, 6). Bu personelin hepsi balık tükettiğini belirtmişlerdir. İncelenen tüm işletmelerdeki personelin hijyen eğitimi ve iş güvenliği eğitimi aldığı tespit edilmiştir.

Beyşehir’de mevcut su ürünleri işleme tesisleri üzerinde yapılan bir çalışmada, en önemli problemin kalifiye personel bulunması olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerin tamamında daimi kadrolu mühendis çalıştırıldığı, çalışanların genellikle 16-25 yaşındaki kadınlardan oluştuğu belirlenmiştir (Çapkın vd., 2008).

Güvenli gıda temini sadece biyolojik, kimyasal ve diğer bulaşma yollarından tüketici sağlığını korumak için değil, sağlıklı beslenmek ve sağlıklı yaşam için de gereklidir. Tüketicinin korunması ve gıda ile bulaşan hastalıkların önlenmesi gıda güvenilirliği programının temel unsurlarından birisidir. Gıda güvenilirliği, gıdanın kaliteli ve sağlıklı oluşu kavramlarını kapsamaktadır. Gıda güvenliğine ilişkin sistemleri TQM (Total Quality Management), ISO 9000 (Kalite Yönetim Sistemi Standardı), GMP (Good Manufacturing Practices), GHP (Good Hygiene Practises), ve HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)olarak özetleyebiliriz. Aslında bu kavramlar, birbirinden ayrılmaz bir bütündür (Korkut, 2002; Bulduk, 2003).

İncelenen tesislerde HACCP kalite programının tüm işletmelerde uygulandığı görülmüştür. 13 tesisin tamamında HACCP belgesi bulunmaktadır. 12’sinde IFS, 9 unda BRC, 6 sını da ISO 9001, 4’ünde ISO 22000, 3’ünde GLOBAL GAP, 2’ sinde ISO 14001 ve 1’inde OHSAS 18001 uluslararası belgeler bulunmaktadır.

Su ürünleri ile ilgili olarak belli başlı direktifler mevcuttur. Bunların en geniş kapsamlısı olan "Su Ürünlerinin Üretim ve Pazara Sunumu Sonrasındaki Sağlık Koşullarını" belirleyen 91/493/EEC sayılı direktif diğer direktiflerin temelini oluşturmaktadır. Bu kapsamda üretim ve işleme faaliyetleri, kalite, ürün güvenliği ve sunumu ele alınmıştır. Benzer amaçla çıkarılmış olan 91/492/EEC sayılı direktifte canlı çift kabuklu üretilmesi ve pazara sunulması hakkındaki bilgilerle birlikte ilgili yapı malzemeleri, binalar, tanklar ve ürünlerin depolanması hakkında bilgi vermektedir. Bu çerçevede gerekli mikrobiyolojik analizi yapacak laboratuvarın nitelikleri de belirtilmiştir. Diğer taraftan, 94/356/EEC sayılı direktifin temeli, HACCP’ e dayanmaktadır. Bir kalite kontrol uygulaması olan HACCP, balığın işlenmesi sırasındaki tehlike yaratabilecek aşamaları belirleyip kritik kontrol noktalarını bu sonuçlarına göre belirleme temeline dayanmaktadır. Burada amaç, işlem sırasında oluşabilecek zararı mümkün olduğu ölçüde çabuk belirleyip ürün zarar görmeden önlem almaktır (Anonim, 2001). Böylesine önemli bir belgenin incelenen tüm işleme tesislerinde bulunduğu belirlenmiştir.

Sağlam (2017), Toplam kalite yönetimi (TKY) uygulamalarından HACCP’ i 12 işletmenin, ISO’ yu 5 işletmenin, GMP ve AB ihracat sertifikasının da 2 işletmenin uyguladığını bildirmiştir. Buradan anlaşılacağı üzere HACCP genel olarak işletmelerin çoğunda bulunmakta olup diğer TKY

uygulamalarının içerisinde %75'lik oranı kapsamaktadır. Çalışmada İstanbul ilindeki işletmelerin %12,5' inde AB ihracat sertifikası olduğu bildirilmiştir.

İncelenen su ürünleri işleme tesislerinin en büyük problemlerinden birisi hammadde teminidir. Çalışmamızdaki tesislerin 9' u hammaddeyi hem avcılık hem de yetiştiricilik yoluyla elde etmektedir. Geriye kalan 4 tesis ise sadece yetiştiricilik yoluyla hammadde kaynağı sağlamaktadır. Bu tesislerden hammadde kaynağı olarak 7'si yerli ve yabancı ürünleri kullanırken, 6 tanesi sadece yerli ürünleri tercih etmektedir (Tablo 1). Diğer bölgelerde olduğu gibi incelediğimiz 13 tesisin tamamının ana problemi hammadde teminindeki güçlüklerdir.

Tezcan (2005), Konya'da faaliyet gösteren 8 adet su ürünleri işleme tesisinin yapısal analizini ve verimliliklerinin incelenmesi konulu çalışmasında; Konya'da bulunan su ürünleri işleme tesislerinin gerekli alt yapı, teknik ve fiziksel şartları taşıdıkları, pazarlama sorunu ve hammadde temininde problem yaşadıkları belirtilmiştir.

Isparta, Afyonkarahisar ve Antalya illerinde gerçekleştirilen bu çalışmada tesislerin %54'ünün tam kapasite ile çalıştığı, %16'sının %80-90, %15'inin %60-70 ve %15'inin de % 50 ve altı kapasite ile çalıştığı saptanmıştır (Şekil 7). İstanbul ilindeki su ürünleri işleme tesislerinin genel yapı ve işleyişi ile ilgili yapılan bir çalışmada tesislerin yıllık kurulu kapasitelerinin 28ton ile 12000 ton/yıl arasında değiştiği, kapasitelerinin %98'i oranında faaliyet gösterdikleri belirlenmiştir (Sağlam, 2017). Isparta Antalya ve Afyonkarahisar'da yaptığımız bu çalışmada tesislerin %54'ünün tam kapasite ile çalıştığı belirlenmiş, bu yönüyle farklı bir durum ortaya çıkmıştır. İstanbul gerek hammaddeye yakınlık gerekse iş gücü vb. nedenlerle maliyet olarak daha avantajlı olduğu için kapasite kullanım oranı daha yüksektir.

İşleme yöntemleri incelendiğinde 13 tesisin taze, soğutulmuş ya da dondurulmuş olarak ürünlerini işlemekte olduğu, Afyonkarahisar'da bulunan bir tesisin sıcak dumanlanmış alabalık ürettiği belirlenmiştir. Antalya' da bulunan tesislerin konserve hariç tüm işleme yöntemlerini kullanarak üretim yaptığı görülmüştür (Tablo 2). Sağlam (2017), İstanbul'da işleme tesisleri üzerine yaptığı çalışmasında tesislerin taze soğutulmuş – dondurulmuş-tütsülenmiş-kurutulmuş - tuzlanmış - konserve ve surimi gibi çok farklılık gösteren bir ürün yelpazesi ile çalıştıklarını tespit etmiştir.

Her üç ilde bulunan su ürünleri işleme tesislerinin yerleşim yerine olan uzaklığı araştırılmış ve tesislerin %38'inin 5-10km, %39'unun 0-5km ve %23'ünün 10-50km uzaklıkta olduğu belirlenmiştir (Şekil 8). İncelenen işleme tesislerinin üretim miktarları illere ve firmalara göre değişmektedir. %38'i 500-1000 ton/yıl, %31'i 1000-5000 ton/yıl, %23'ü 0-500 ton/yıl ve %8'i 5000 ton/yılın üzerinde üretim yapmaktadır. İhracat verilerine göre tesislerin %42'si 0-500 ton/yıl, %33'ü 500-1000 ton/yıl, %17'si 1000-5000 ton/yıl ve %8'i 5000 ton/yılın üzerinde satış gerçekleştirmektedir (Şekil 9).

Her 3 ildeki su ürünleri işleme tesislerindeki personelin çoğunun ilköğretim mezunu olduğu ancak hemen hemen hepsinin iş güvenliği ve hijyen eğitimi aldığı belirlenmiştir. Aral (2009), su ürünleri işleme tesislerinin hijyen durumlarını belirlemeye yönelik yaptığı araştırmasında incelediği tesislerdeki çalışanların eğitim durumlarına ile ilgili küçük yerleşim yerlerindeki tesislerde çalışanların ilköğretim düzeyinde, tesisin büyük şehirde olması veya şehre yakın olması durumunda eğitim seviyesinin ortaokul seviyesine yükseldiğini belirlemiştir. Eğitim seviyesinin düşük olması kaliteyi etkileyen bir unsurdur.

Çalışmamızdaki işleme tesislerin karşılaştığı birçok problem mevcuttur. Bunlardan en önemlisi hammadde sorunudur. Avcılığı yapılan türlerin sürdürülebilirliğinin sağlanamaması, yetiştiricilik tesislerinin yeterince üretim yapamaması, yetiştiricilik tesislerinin girdilerinin yüksek olması hammadde konusunda problemler ortaya çıkarmaktadır. Mol ve Ulusoy (2010), Türkiye su ürünleri işleme sektörünün sorunlarına ilişkin yaptıkları çalışmada hammadde sorunu nedeniyle tam kapasite ile çalışmadıklarını bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada tesislerin en büyük sıkıntısının, hammadde sürekliliğinin olamaması şeklinde yorumlanmıştır (Emir vd., 2012). Yaptığımız bu çalışmada da aynı sorunun hala devam ettiği görülmüştür.

Artan maliyetler, kalifiye eleman bulmaktaki zorluklar ve devlet kurumlarındaki prosedürlerin yavaş işlemesi gibi problemler de üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bazı işletmelerin dile getirmiş olduğu kontrolsüz işletmelerin rekabeti olumsuz etkilediği iddia edilmiş ve kamu kurumları tarafından yeterince denetlenmediği vurgulanmıştır.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde en hızlı gelişen sektörlerden birisi su ürünleri sektörüdür. İnceleme yaptığımız illerde tespit ettiğimiz kadarıyla av baskısı, su ürünleri yetiştiriciliğindeki girdilerin

artması, yetiştiriciliği yapılan türlerin üretimindeki güçlükleri ortaya çıkarmaktadır. Dolaylı olarak bu da su ürünleri işleme tesislerinin hammadde kaynağı temininde güçlükler sebeptir. Son zamanlarda ihracatın artması hammaddeye olan talebin artmasına; bu durumun, hammadde maliyetinin yükselmesine neden olduğu belirtilebilir.

Yapılan bu çalışmada tüm personel hijyen eğitimi ve iş güvenliği eğitimi almıştır. Söz konusu işleme tesislerinde, yetişmiş personel bulmaktaki güçlükler, çalışanların hijyen ve iş güvenliği eğitimi alsalar dahi bilgi yetersizliğinden dolayı üretimde problemler ortaya çıkarttığı belirtilmiştir. Özellikle yetişmiş sorumlu su ürünleri mühendislerinin ve teknik elemanların tecrübe kazandıktan sonra iş değiştirmesi işleme tesislerini zor durumda bırakan bir durum olarak karşımıza çıkmıştır.

Çalışmada incelenen tesis yöneticilerinin özellikle öne çıkartmak ve çözüm istedikleri konular arasında kamu kurumlarındaki işleyişin hızlandırılması, işletmelerin sık denetlenmesi, söz konusu şartları sağlamayanların üretim yapmasına izin verilmemesidir. Avcılık yoluyla elde edilen ekonomik türlerin balık unu, yağı ve balık yemi yapımında kullanımının önüne geçilmesi, ekonomik değeri olmayan balıkların (çaça gibi) bu amaçlarla kullanılması işleme sektöründe hammadde ihtiyacına kısmen çözüm bulacağı açıktır. Avcılığı yapılan türlerin devlet yaptırımlarıyla korumaya alınması, yasa dışı avcılığın denetlenmesi önem arz etmektedir.

2010 yılında yapılan bir çalışmada ülkemizdeki su ürünleri işleme tesislerinin karşılaştığı sorunlardan birisinin pazarlama olduğu belirtilirken (Köse vd., 2010) yaptığımız bu çalışmada incelenen tesislerin pazar bulma konusunda problemler yaşamadığı görülmüştür. Buldukları illerde istihdam sağladıkları, yaptıkları ihracat nedeniyle balık üreticisinden avcısına kadar ekonomik döngüye katkı yaptıkları saptanmıştır. Bu tesislerin yılda yaklaşık olarak 25000 ton ihracat yaptığı düşünülürse ülke ekonomisine önemli katkıları olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmada Göller Bölgesi'nde faaliyet gösteren bu işletmelerin gerek pazar durumu ve bölge ekonomisine sağladıkları katkı, üretim durumları, sağladıkları istihdam kısacası olanakları ile bölge ekonomisinde söz sahibi işletmeler olduğu görülmüştür. Türkiye'nin su ürünleri potansiyeli, son yıllarda su ürünleri alanında meydana gelen gelişmeler sektörün gelecekte daha da umut verici bir sektör olduğunu göstermektedir. Bu alanda yapılacak yeni yatırımlarla su ürünleri hem işleme hem yetiştiricilik anlamında daha da ileriye gidecektir. Sektörün bu denli gelişmesinde elbette ki su ürünleri mühendislerinin rolü büyüktür. Ümidimiz daha iyi bir istihdam daha iyi çalışma koşulları, daha yüksek oranda dünya standartlarında üretim yapmak ve ülke ekonomisine katkı sağlamaktır.

**Teşekkür:** Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Anonim. (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu Ankara 2001. DPT-2575 OIK:588 ISBN 975. 19. 2714-5, 101-102.
- Anonim. (2014). Su Ürünleri yetiştiriciliği sektör raporu. Su ürünleri Yetiştiricileri Üretici Merkez Birliği, Ankara, 71.
- Aral, N. (2009) *Su Ürünleri İşleme Tesislerinde Hijyen Uygulamaları*. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138 Muğla
- Bulduk, S. (2003). Gıda ve Personel Hijyeni, Ankara. ISBN-975-8326-71-6.179s.
- Çapkın, K., Korkut, S., Şevik, R., & Olgun, M. (2008). Determination structures and problems, on processing enterprises of fishery in Beyşehir region. (In Turkish). *Journal of fisheriesciences.com*, 466-474.
- Dağtekin, M., & Ak, O. (2007). Doğu Karadeniz Bölgesinde Su Ürünleri Tüketimi, İhracat ve İthalat Potansiyeli. *Yunus Araştırma Bülteni*, 7 (3), 14- 17.
- Emir, M., Karadağ, H.O., Ege, F., & Ceyhan, V. (2012). 10. Ulusal Tarım ve Ekonomi Kongresi, 5-7 Eylül 2012, Konya, ss 828-838.
- Korkut, H. (2002). Gıda Güvenliği ve HACCP. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 6 (8), 24-27.
- Kömürlü, U., & Atar, H.H. (2019). Su Ürünlerinde Kredi Uygulamaları, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54 (3), 1300-1318
- Köse, S., Gökoğlu, N., Mol Tokay, S., Baygar, T., Özer, N.P., Çolakoğlu, F.A., & Alçiçek, Z. (2010). *Türkiye'deki Su Ürünleri İşleme Sektörünün Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri*. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15/01/2010, Ankara, ss.821-852.
- Mol, S., & Ulusoy, Ş. (2010). Türkiye su ürünleri işleme sektörünün sorunları ve çözüm önerileri. *Journal of FisheriesSciences.com* 4(2), 152-158 (2010). 10.3153/jfscm.2010015.

- Özdemir, N., & Dirican, S. (2006). Muğla İlinde Kültür Balıkçılığı ve Sorunları. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1/2), 283-286.
- Sağlam, F.T. (2017). *İstanbul İli su ürünleri işleme tesislerinin genel yapısı ve işleyişi*. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi Tekirdağ, 119s.
- Tezcan, M. (2005). *Konya'daki Su Ürünleri İşleme Tesislerinin Yapısal Analizi Ve Verimliliklerinin Değerlendirilmesi*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 32s.
- Ünlüsayın, M., Bilgin, Ş., Günlü, A., & İzci, L. (2005). Türkiye'nin Avrupa Birliği (AB)'ne Katılım Sürecinde Su Ürünleri İşleme Tesislerimizin Mevcut Durumuna Bir Bakış. *TSE Standard Ekonomik ve Teknik Dergi*, Y/44, N/528, Aralık, 55-59.
- [www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005)
- [www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf](http://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf)
- [www.ggbs.tarim.gov.tr](http://www.ggbs.tarim.gov.tr)

## Koi balığı (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) Yetiştiriciliğinde *Argulus japonicus* (Thiele, 1900) Enfestasyonu

Cafer Erkin KOYUNCU\* 

<sup>1</sup>Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Mersin, Türkiye

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

**Araştırma Makalesi**

Geliş 05 Temmuz 2019; Kabul 15 Ekim 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Koyuncu, C. E. (2020). Koi balığı (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) yetiştiriciliğinde *Argulus japonicus* (Thiele, 1900) enfestasyonu. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 66-70. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.587691>

### Özet

Bu çalışma, Nisan-Haziran 2018 tarihlerinde Mersin İlindeki bir akvaryum işletmesinde yetiştiriciliği yapılan Koi balıklarında (*Cyprinus carpio*) görülen ani ölümlerin sebebini ortaya koymak için yapılmıştır. Balıkların deri, yüzgeç ve solungaç dokularından alınan parazitlerin ölümlere neden olan *Argulus japonicus* (Branchiura: Argulidae) olduğu tespit edilmiştir. İncelenen 200 adet balıkta, enfestasyon oranının %33 olduğu saptanmıştır. Ayrıca parazitin morfolojik özellikleri ve balıklarda oluşturduğu semptomlar incelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Koi, *Argulus japonicus*, enfestasyon oranı, mortalite

***Argulus japonicus* (Thiele, 1900) Infestation in Koi (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) Culture**

### Abstract

This study was carried out to determine the cause of unexpected deaths in Koi fish (*Cyprinus carpio*) cultivated in a private aquarium farm in Mersin, Turkey between April and June 2018. The samples taken from the skin, fin and gill tissues of the fish revealed that the causative agent of these sudden death could be *Argulus japonicus* (Branchiura: Argulidae). The infestation rate was found to be around 33 % from 200 fishes examined. In addition, morphology characteristics of the parasite and symptoms in fish were observed.

**Keywords:** Koi, *Argulus japonicus*, infestation rate, mortality

## GİRİŞ

Sazan balığı yetiştiriciliğinde en önemli unsurlardan biri özellikle parazitlerin sebep olduğu hastalıklardır. Balıkların çeşitli coğrafik alanlara taşınması arttırmaktadır. Akvaryum balıkların parazitler hastalıkları arasında önemli gruplardan biri de krustase parazitlerden *Argulus* genusuna ait türlerdir. Bu ektoparazit sazan balıkları için en önemli parazitler etkenler arasında yer almaktadır. Günümüzde toplam 150 adet *Argulus* genusuna ait tür listelenmektedir. Son yıllarda Avrupa ülkelerinde yetiştiriciliği yapılan Cyprinid ve Salmonid balık türlerinde *Argulus* genusuna ait türleri birçok araştırmacı tarafından rapor edilmektedir. Bunlarda *A. foliaceus*, *A. japonicus* ve *A. coregoni* sık rapor edilen türler arasında yer almaktadır (Rushton-Mellor, 1992;1994).

*Argulus* genusuna ait parazit türlerinin genel vücut yapısı dorso-ventral yassılaştırılmıştır. Gövde kitin yapısına sahip karapaks ile örtülmüştür. Vücutları sefalotoraks; göğüs ve karın, abdomen kısmı olmak üzere iki bölgeye ayrılmaktadır (Fryer, 1982). *Argulus* genusun ait parazitleri balıkların mukus ve kanı ile beslenen istilacı bir ektoparazit türlerindedir Ayrıca, bu parazitler termofilik olup, düşük oksijen ve ani sıcaklık değişimlerine karşı oldukça dirençlidirler. *Argulus* genusuna ait türlerin neden olduğu parazit enfestasyonlar doğal balık popülasyonlarının aksine, birim alandan daha fazla verim elde etmeyi amaçlayan kültür balıkçılığı ortamlarında yüksek oranda ölümlere neden olmakla birlikte sekonder enfeksiyonlar için de zemin hazırlamaktadırlar.

*Argulus* spp. enfestasyonlarının sağıtımında, NaCl (%1-2), formaldehit, potasyum permanganat, Diflubenzuran gibi dezenfektan ve kimyasalların literatürde kullanıldığı en etkili medikamentin ise

organofosfor türevi Trichlorphon (0,25-0,5 mg/L) olduğu bilinmektedir (Öge, 2002; Dörücü ve Mutlu, 2008; Noga, 2010).

Bu çalışma, Koi balıklarında (*Cyprinus carpio*) görülen ölüm sebebinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Ana etkenin *Argulus japonicus* paraziti olduğu tespiti yapılmıştır. Ayrıca parazit enfestasyonun yarattığı semptomlar tartışılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

İşletmede 7x2,5x1 m ebatlarında toplam 10 havuz bulunmaktadır. İşletmedeki havuz sularının, çözülmüş oksijen miktarı (mg/L), sıcaklıkları (°C) ve pH değerlerinin ölçümleri (Orbego-Hellige) marka su parametresi ölçeri kullanılarak yapılmıştır. Daha sonra balıkları incelenmek üzere işletmedeki 10 havuzdan ortalama 20'şer adet olmak üzere toplamda 200 adet Koi balığı taşıma kaplarına alınarak. Mersin üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları Laboratuvarı'na getirilen balık bireylerinin ilk önce ağırlıkları ve uzunlukları ölçüldü. Balıkların vücutları solungaç, yüzgeç ve vücut yüzeyi olmak üzere üç kısma ayrılarak ektoparazit muayenesi yapıldı. Balıkların deri ve yüzgeç dokularından bir pens yardımıyla tespit edilen parazit örneği binoküler mikroskop altında incelendi. Daha sonra parazitin türü belirlenmesi için örneklenen parazitler %70'lik etil alkole alındı. Parazit ölçümleri ve fotoğraf çekimlerinde Nikon (H550L) faz kontrast mikroskop kullanılmıştır.

*Argulus* genusuna ait parazit türlerinin belirlenmesi ve morfolojik kriterlerinde (sefalothoraks karapaks, abdominal iki lop (urosom) ile erkek parazit bireylerin son bacak kısmında bulunan tutunma aparatı (clasping) gibi.) çeşitli araştırmacıların taksonomik anahtarlarından ve makalelerinden faydalanılmıştır (Wilson, 1903, Byhovskaya-Pavlovskaya vd., 1962; Kabata, 1970; Fryer, 1982; Gresty vd., 1993; Rushton-Mellor, 1992, 1994; Kabata, 1996; Wadeh vd., 2008).

## BULGULAR

Parazit enfestasyonu süresince işletme havuzlarındaki ölçümlerde, sudaki çözülmüş oksijen içeriğinin 4,4-4,8 mg/L, su sıcaklığı 24-27,5°C, pH ise 7-7,8 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan klinik muayenede balıkların yavaş hareket ettikleri, havuz köşelerinde bekledikleri ve sert cisimlere sürtündükleri gözlenmiştir. Her gün düzenli olarak verilen yemi yemedikleri ve zayıf oldukları belirlenmiştir. Enfestasyonun ilerlemesi ile balıkların yüzgeçlerinde renklerin solduğu ve erimeler tespit edilmiştir. Ayrıca deri bölgesinde kızarıklar ve hemorajik alanlar oluştuğu ve bunun sonucunda yaraların meydana geldiği görülmüştür. Özellikle yavru ve zayıf balıklarda ölümler meydana geldiği saptanmıştır.

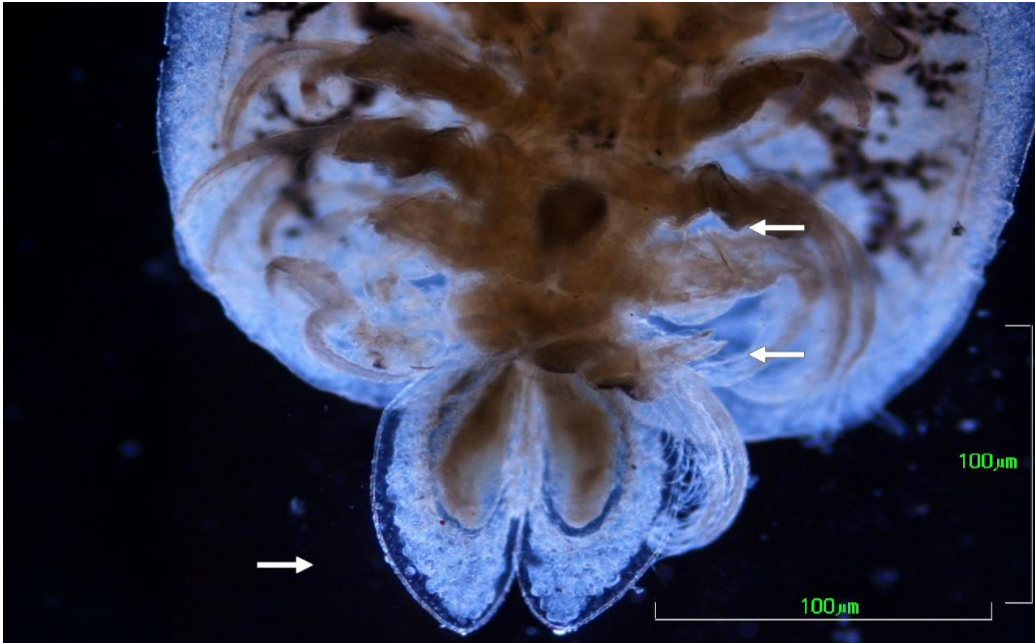
İşletmeden canlı olarak laboratuvara getirilen hasta balıklardan yapılan incelemede, balıkların yüzgeçlerinde ve vücut yüzeyinde çok sayıda parazite rastlanıldı. Araştırmada 200 adet balıktan 66 balığın (%33) *A. japonicus* paraziti ile enfeste olduğu belirlendi. Daha sonra mikroskop altında parazitin morfolojik incelemesinde vücut kısmının, dorso-ventral olarak oldukça basık ve tabak şekline benzediği, dorsalde dış bükey, ventralde ise hafifçe iç bükey olduğu gözlemlendi. Anteriyör kısımda baş ile birleşik göğüs (sefalotoraks) ve posteriyör kısımda ise hareketi sağlayan abdomen olmak üzere vücutları iki bölümden oluşur. Yapılan ölçümlerde erkek (n = 8) parazitlerde ortalama toplam boy 3,6 (2,9-4,4) mm, genişlik 2,5 (2,1-3) mm, ortalama abdomen uzunluğu 1,2 (1,1-1,3) mm ve abdomen genişliği ise 1,0 (0,9-1,1) mm olarak ölçülmüştür. Dişi parazitlerde ise (n = 25) ortalama toplam boy 5,45 (4,9-6,0) mm, genişlik 4,51 (3,8-5,1) mm, ortalama abdomen uzunluğu 1,4 (1,2-1,7) mm ve abdomen genişliği ise 1,1(0,7-1,5) mm olarak belirlenmiştir.

Türün tespitinde belirleyici morfolojik özelliklerden biri olan sefalothoraks ve karapaks'ın şekline bakıldı. (Şekil 1.) Karapaks'ın, urosoma kadar uzanmış olması, abdomende iki loblu olan urosom'un açığı şeklinde sonlandığı görülmüştür. Özellikle erkek bireylerin ikinci bacak ve dördüncü bacak kısmında bulunan tutunma (clasping) organı şekli ile *Argulus japonicus* türü tespit edilmiştir (Şekil 2.). Freyer 1982'in belirttiği teşhis anahtarına göre *A. japonicus*'a yakın bir tür olan *A. foliacesus*'un morfolojik yapısında özellikle abdomen kısmında urosom yuvarlağımsı şekilde sonlanmaktadır. Sefalotoraksın örtülü olduğu karapaks, urosoma kadar uzanmamaktadır. Ayrıca, erkek bireylerin ikinci bacak şekli ve dördüncü bacak kısmında bulunan tutunma (clasping) organı nispeten daha küçük bir çıkıntı şeklindedir..





Şekil 1. *A. japonicus*: sefalotoraks dorsal görünümü (ok: sefalotoraks, karapaks, bar: 100  $\mu$ m)



Şekil 2. *A. japonicus* (erkek) abdominal bölge ve II, IV bacakların görünümü (ok: clasping, urosom bar:100  $\mu$ m)

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Tatlısu ve deniz balıklarından *Argulus* genusuna ait türler değişik coğrafik bölgelerden çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Rushton-Mellor, 1994; Woo, 1995). Türkiye’de ise özellikle tatlısu balıklarından *A. foliaceus* türünün rapor edildiği bilinmektedir (Geldiay ve Balık, 1974; Sarıyüpeoğlu ve Sağlam, 1991; Özer ve Erdem, 1999; Yıldız ve Kumantaş, 2002; Koyuncu, 2002; Öztürk ve Aydoğdu, 2003; Kahveci, 2004; Karatoy, 2004; Kır vd., 2004; Tekin vd., 2005; Öztürk, 2005; Uzunay ve Soylu, 2006; Karatoy ve Soylu, 2006; Öktener vd., 2006; Alıaç vd., 2010; Öktener vd., 2010; Öztürk, 2010; Pekmezci vd., 2011). Yapılan mevcut çalışmada ise Mersin’de yetiştiriciliği yapılan koi balıklarından izole edilen *Argulus* cinsi *A. japonicus* olarak ilk kez rapor edilmiştir. Sazan

balığı yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde *Argulus* enfestasyonlarının önemli derecede hasar yarattığı bilinmektedir (Rushton-Mellor, 1992). Parazit balığın mukusu ve kan dokusuyla beslenir ve serbest yüzme yeteneğine sahiptir (Yıldız ve Kumantaş, 2002). Enfestasyon semptomları arasında yüzgeçlerde erime, deride yüzlek hiperemiler, peteşiyal hemorajiler ile yaralar dikkati çeker. Sekonder olarak bakteriyel ve fungal enfestasyonlar için portantre özelliği taşıdığı için yetiştiricilikte önemli kayıplara yol açabilmektedir (Richards, 1977). Mevcut çalışmada iştahsızlık, yüzme bozuklukları, yüzgeçlerde renk solgunluğu, erime, deride kızarıklar ve hemoraji klinik semptomlar olarak kayıt edilmiştir. Yoğun enfestasyon ile hastalığın ilerleyen aşamalarında ölüm rapor edilmiştir. Yapılan bir çok çalışmada *Argulus* enfestasyonları ile birlikte balıkların deri ve solungaçlarında *Costia necatrix*, *Trichodina* sp., *Trichodinella* sp., *Apiosoma* sp. ve *Dactylogyrus* sp. gibi bir çok ektoparazite rastlandığı da rapor edilmiştir (Burgu ve Oğuz, 1984; Yıldız ve Kumantas, 2002; Özer ve Erdem, 1999; Öztürk, 2010). Mevcut çalışmada yapılan paraziter incelemede başka bir parazit etkenin varlığına rastlanılmamıştır. *Argulus* enfestasyonunda su sıcaklığının sınırlayıcı bir faktör olduğu (Rushton-Mellor, 1994) özellikle bahardan yaz aylarına geçişte enfestasyon oranlarının arttığı bilinmektedir (Özer ve Erdem, 1999). Mevcut çalışma parazitin sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde mortaliteye neden olduğu belirlenmiştir. Su kalitesinin kontrol altında tutulması, optimum yemleme, havuzların bakımı ve atıkların uzaklaştırılması *Argulus* enfestasyonu riskini azaltmaktadır (Woo, 1995).

Bu çalışmada, Mersin’de akvaryum balığı üretimi yapan ticari bir işletmede, koi balıklarında görülen ani ölümlere neden olan ana etkenin *Argulus japonicus* türü ektoparazit olarak teşhis edilmiştir. Akvaryum balığı yetiştiricilik sektörünün balık biti enfestasyonlarına karşı gerekli önlemleri alması ve ekonomik kayıpları engellemek açısından mevcut çalışma bulgularının faydalı olacağı düşünülmektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışmada *Argulus* genusuna ait parazit türünün belirlenmesi ve morfolojik kriterlerinin tespitinde bana yardımcı olan Dr. Geoffrey Freyer’e teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR

- Alaş, A., Öktener, A., & Solak, K. (2010). A study on the morphology of *Argulus foliaceus* Lin., 1758 (Crustacea;branchiura) procured from çavuşcu lake (Central Anatolia-Turkey) with scanning electron microscopy. *Turkish Journal Biology*, 34, 147-151.
- Burgu, A., & Oğuz T. (1984). The results of parasitological examination of carassius fish. *Veterinary Journal Ankara University*, 31,197-206.
- Bykhovskaya-Pavlovskaya I.E, Gusev A.V, Dubinina M.N, Izyumova N.A, Smirova T.S. Sokolovskaya I.L, Shtein G.A, Shulman S.S., & Epshtein V.H. (1962). Key to parasites fresh water fishes of the USSR. izdatel’stvo akademi nauk S.S.S.R., Moskova,Leningrad, 1-919 .
- Dörücü, M., & Mutlu N. (2008) Paraziter balık hastalıkları ve ilaçla tedavileri: A case study journal of new world sciences *Academy.Natural and Applied Sciences*, 3 (2), 372-380.
- Geldiay, R., & Balık S. (1974). *Mainly endo and ecto-parasites observed on the fresh water fishin Turkey*. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Gresty K.A, Boxshall G.A, & Nagasawa K. (1993). The fine structure and function of the cephalic appendages of the branchiuran parasite, *Argulus japonicus* Thiele. *Philosophical Transactions, Biological Sciences*, 339, 119-135.
- Fryer, G. (1982). The parasitic copepoda and Branchiura of British fresh water fishes. A handbook and key. *Freshwater Biological. Association. Scientific Publish*, 46, 1-87.
- Kabata, Z. (1970). Diseases of fishes: Book. Crustaceans enemies of fishes. New Jersey, US: T.F.H.Publications, 1-171.
- Kabata, Z. (1996). *Parasitic crustaceans*. In roberts L.S. and janovj.(Eds.). Foundations of parasitology 5th edition, 513-534.
- Kahveci, S. (2004). *Durusu gölü’nden yakalanan kızılkanat (Scardinius erythrophthalmusLin.,1758) balığının metazoon parazitleri*. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Karatoy, E. (2004). *Durusu gölü çapak (Abramis bramaL.,1758) balığının metazoon parazitleri*. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Karatoy, E., & Soylu, E. (2006). Durusu (Terkos) gölü çapak balıkları (*Abramis brama* L.,1758)’nın metazoan parazitleri. *Acta Parasitologica Turcica*, 30, 233-238.

- Koyuncu, E.C. (2002). *Yetiştiriciliği yapılan bazı akvaryum balıkları (Cyprinidae ve Poeciliidae)'nda rastlanılan ektoparazitler, histopatolojileri ve sağaltım uygulamaları*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Adana.
- Kır, İ., Ayvaz, Y., Barlas, M., & Tekin Özan, S. (2004). Karacaören baraj gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'lardaki parazitlerin mevsimsel dağılımları ve etkileri. *Acta Parasitologica Turcica*, 28 (1), 45-49.
- Noga, E.J. (2010). *Fish disease: diagnosis and treatment*. Wiley-Blackwell.
- Öge, S. (2002). Chemotherapy for parasites of fresh water fish. *Turkish journal Parazitology*, 26, 113-118
- Öktener, A., Hussain, A.A., Andrea Gustinelli, A., & Fioravanti, M.L. (2006). New host records for fish louse, *Argulus foliaceus* L., 1758 (Crustacea, Branchiura) in Turkey. *Ittiopatologia*, 3, 161-167.
- Özer, A., & Erdem, O. (1999). The Relation ship between occurrence of ectoparasites, temperature and culture conditions: A comparison of farmed and wild common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in the Sinop region of northern Turkey. *Journal of Natural History*, 33, 483-491.
- Öktener, A., Alaş A., & Solak, K. (2010). Findings of fish lice, *Argulus foliaceus* (Crustacea; branchiura) in Turkey. *Electronic Journal of Ichthyology*, 1, 9-14.
- Öztürk, M.O. (2005). Eber Gölü (Afyon)'ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L.)'ların metazoon parazitleri üzerine bir araştırma. *Acta Parasitologica Turcica*, 29 (3), 204-210.
- Öztürk, M.O., & Aydoğdu A. (2003). Metazoan parasites of greymullet (*Mugil cephalus* L.) from Karacabey bayram dere lagoon. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 50, 53-58.
- Öztürk, M.O. (2010). An investigation on *Argulus foliaceus* infection of rudd, *Scardinius erythrophthalmus* in lake manyas, Turkey. *Scientific Research and Essays*, 5 (23), 3756-3759.
- Pekmezci, G.Z., Yardımcı, B., Bolukbas, C.S., Beyhan, Y.E., & Umur, S. (2011). Mortality due to heavy infestation of *Argulus foliaceus* (Linnaeus, 1758) in pond-reared carp, *Cyprinus carpio* L. 1758 (Pisces). *Crustaceana*, 84, 533-537.
- Richards, R. (1977). Diseases of aquarium fish-2 Skin diseases. *Veterinary Record*, 101, 132-135 .
- Rushton-Mellor, S.K. (1992). Discovery of the fish louse, *Argulus japonicus* Thiele (Crustacea: Branchiura), in Britain. *Aquaculture Fisheries Management Journal*, 23, 269-271.
- Rushton-Mellor, S.K. (1994). The genus *Argulus* (Crustacea, branchiura) in Africa: identification keys. *Systematic Parasitology*, 28, 51-63.
- Sarıyüyoğlu, M., & Sağlam N. (1991). *Ergasilus sieboldi* and *Argulus foliaceus* observed on *Capoeta trutta* caught in the polluted region of Keban Dam Lake (in Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 143-154.
- Tekin Özan, S., & Kır, İ. (2005). Kovada Gölü Havuz Balığı (*Carassius carassius* L. 1758)'nin parazitleri üzerine bir çalışma. *Acta Parasitologica Turcica*, 29 (3), 200-203.
- Uzunay, E., & Soylu, E. (2006). Sapanca gölü'nde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* L.) ve Karabalık (*Vimba vimba* L., 1758)'ın metazoan parazitleri. *Acta Parasitologica Turcica*, 30 (2), 141-150.
- Wadeh, H., Yang, J.W., & Li, G.Q. (2008). Ultrastructure of *Argulus japonicus* Thiele, 1900 (Crustacea: Branchiura) collected from Guangdong. *Parasitology Research*, 102, 765-770.
- Wilson, C.B. (1903). American parasitic Argulidae. *Proc. United. States National Museum.*, 25, 635-742.
- Woo, P.T.K. (1995). *Fish diseases and disorders*. CAB. International, 200-202.
- Yıldız, K., & Kumantas A. (2002). *Argulus foliaceus* infection in a goldfish (*Carassius auratus*). *Israel of Journal Veterinary Medicine*, 57 (3), 118-120.

## The Effects of Formaldehyde, Hydrogen Peroxide and Trichlorphon Applications on Some Hematological Stress Indicators in Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L.)

Aysel ŞAHAN\* 

Çukurova University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Adana-Turkey

\*Corresponding Author: [ayselsahan2@gmail.com](mailto:ayselsahan2@gmail.com)

Research Article

Received 19 July 2019; Accepted 02 October 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** Şahan, A. (2020). The effects of formaldehyde, hydrogen peroxide and trichlorphon applications on some hematological stress indicators in mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 71-81. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.594137>

### Abstract

In this study, the toxic effects of therapeutic doses of formaldehyde (37%), hydrogen peroxide (35%) and trichlorphon (Neguvon), which are commonly used for both prophylactic and treatment purposes in ectoparasites in mirror carp (*C. carpio*), were evaluated in terms of hematological stress indicators. Accordingly, 180 fish (51.13 ± 8.18 g) were kept in eighteen tanks with a volume of 70 L under freshwater conditions at 22±1°C. The study was designed as three different trials and each trial group was compared with its own control group. Formalin administration was performed for five days, as 150 ppm/30 min/day, while hydrogen peroxide administration was performed for two days as 1000 ppm/20 min/day and Trichlorphon administration, was performed for two days as 150 ppm/30 min/day. At the end of the trials, blood and serum samples collected from fish were evaluated in terms of erythrocyte (RBC), leukocyte (WBC), hemoglobin (Hb) and hematocrit (Hct) values, erythrocyte cell indices (MCV, MCH), cell sizes, leukocyte cell types (lymphocytes, monocyte, neutrophil, eosinophil), and glucose and cortisol levels. RBC, Hb, Hct and erythrocyte indices significantly decreased in all three experimental groups compared to those of the control group of each trial group (p < 0.05). In addition, percentile values of lymphocyte, monocyte, neutrophil cells, WBC levels, and serum glucose and cortisol levels significantly increased compared to those of the controls. (p < 0.05). On the other hand, significant increases were determined in the blood cell sizes of the fish in the experimental groups. In the study, it has been reported that the chemotherapeutics in mirror carp caused significant differences in the blood parameters of the stress indicator and that the therapeutics used in the study could be considered as a source of stress in terms of dose and time.

**Keywords:** Formaldehyde, hematological parameters, hydrogen peroxide, mirror carp, trichlorphon.

### Formaldehit, Hidrojen Peroksit ve Triklorfon Uygulamalarının Aynalı Sazanda (*Cyprinus carpio* L.) Bazı Hematolojik Stres İndikatörleri Üzerine Etkileri

#### Özet

Bu çalışmada, aynalı sazan (*C. carpio*)'larda gerek profilaktik ve gerekse ektoparazitlerin sağaltımında yaygın olarak kullanılan formaldehit (% 37), hidrojen peroksit (% 35) ve triklorfon (Neguvon)'un tedavi edici dozlarının toksik etkileri hematolojik stres indikatörleri açısından değerlendirildi. 180 adet balık (51,13±8,18 g) 70 L hacimli onsekiz adet tankta, 22±1°C tatlı su koşullarında tutuldu. Üç farklı deneme olarak kurgulanan çalışmada, her deneme grubu kendi kontrol grupları ile karşılaştırıldı. Formalin uygulaması beş gün, 150 ppm/30dk./gün, hidrojen peroksit iki gün 1000 ppm/20 dk./gün ve triklorfon iki gün boyunca, 150 ppm/ 30 dk./gün olarak çalışıldı. Denemelerin sonunda, balıklardan toplanan kan ve serum örnekleri, eritrosit (RBC) ve lökosit (WBC) miktarları, hemoglobin (Hb) ve hematokrit (Hct) değerleri, eritrosit hücre indeksleri (MCV, MCH), hücre boyutları, lökosit hücre tipleri (lenfosit, monosit, nötrofil, eosinofil), glikoz ve kortizol düzeyleri belirlendi. Her üç ayrı deneme grubunda, RBC, Hb, Hct ve eritrosit indeksleri, her deneme grubunun kontrol grupları ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak, önemli düzeyde azalmalar belirlendi (p<0,05). Ayrıca, lenfosit, monosit, nötrofil hücre yüzdeleri ve WBC miktarları ile serum glikoz ve kortizol seviyeleri kontrol ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak önemli düzeyde artış tespit edildi. (p<0,05). Diğer yandan deneme gruplarındaki balıkların kan hücre büyüklüklerinde önemli düzeylerde artış belirlendi. Stres göstergesi kan parametrelerinde tespit edilen önemli düzeydeki farklılıklar, aynalı sazanlarda söz konusu kemoterapötiklerin, terapötik doz ve zamanlarda kullanılmasının, stres kaynağı olarak değerlendirilebileceğini gösterdi.

**Anahtar kelimeler:** Formaldehit, hematolojik parametreler, hidrojen peroksit, aynalı sazan, triklorfon.

## INTRODUCTION

In intensive aquaculture, non-optimal conditions, handling, high density stocking rates, transportation, biochemical and physiological changes, applications of disinfectants and different medicaments cause stress in fish at different levels (Yıldız and Karasu, 2001). Formalin (37%), Trichlorphon, an organophosphate compound (75%, Neguvon®Bayer), and Hydrogen peroxide (35%) are commonly used chemicals against parasitic diseases such as *Lernaea* spp., *Argulus* spp., *Costia* spp., *Chilodonella* spp., *Gyrodactylus*, and *Dactylogyrus* spp. infestation that cause high stress and mortality (Schmidt et al., 2006; Russo and Yanong, 2007; Jones et al., 2015). Chemicals such as malachite green, methylene blue, formalin, trichlorphon, copper sulphate, chloramine-t are used as chemotherapeutics against parasitic infestations in aquaculture (Powell et al., 1994; Yıldız and Polatsu, 1999). In a study on mirror carp, Neguvon (Trichlorphon) was found to be one of the most effective chemicals used in the treatment of *Lernaea* spp. However, it has been reported that organophosphate compounds are acetyl cholinesterase inhibitors, which cause a number of disorders in the nerve cells of the fish, and that the enzyme acetyl cholinesterase plays a decisive role in plasma cortisol levels (Hai et al., 1997). Hydrogen peroxide has also been used in aquaculture as an immersion (bath) treatment against many different disease-causing organisms, including external parasites, bacteria and fungi on different species and life-stages of fish. It has been reported that 250-500 µl/L of hydrogen peroxide were highly toxic and lethal, and denatured the protein structure in 15 minutes. It has been reported that hydrogen peroxide causes deformations in gills and skin especially in fingerlings with yolk-sac which have started external feeding (Schmidt et al., 2006). Glucose and cortisol are hematological parameters that are the common indicators used to determine the secondary (metabolic) responses in fish. Most of the studies focus on the determination of the appropriate dosage of these chemicals that cause stress during the treatment of parasitic diseases. In the present study, hematological parameters and differences in serum cortisol and glucose levels after formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon applications were evaluated as the indicators of the level of stress in fish. The study is of importance to reveal the effects of therapeutic doses of these chemotherapeutic agents on fish metabolism through hematological parameters known as stress indicators, especially serum glucose and cortisol levels.

## MATERIAL and METHODS

### Experimental Fish and Design

Mirror carps (180 clinically healthy fish,  $51.13 \pm 8.18$  g,  $16.71 \pm 1.05$  cm) were obtained from a commercial aquaculture farm in Adana city, Turkey. During the acclimation period, fish were fed with a commercial diet (%30 crude protein) in two times a day. Feeding was stopped 24 hours before the tests and the weight measurements were performed in deep anesthesia conditions by using quinaldine sulphate. The experiment was conducted in three replicates for six different groups (Formalin, Control-F; Hydrogen peroxide, Control-H; Trichlorphon, Control-T; n=10) and the experiment was set up in 70 L, constantly aerated 18 glass aquariums (100cm x 30cm x 25cm). Water temperature, oxygen, and pH were measured daily by using YSI 6600 multiparameter (USA). During the study, the water temperature was found to be  $22 \pm 1^\circ\text{C}$  and the oxygen content was  $5.5 \pm 0.2$  ppm. The pH level was in the range of  $7.5 \pm 0.2$ .

### Applications of the Chemotherapeutics

Commercial Formaldehyde (MERCK Chemicals Co., Germany) (37%), Hydrogen peroxide (Merck) and Trichlorphon (75% Neguvon®Bayer) were obtained from Kutay Chemical Co. Ltd., Turkey. In this study, formalin was administered as 150 ppm/30 min/day for five days, hydrogen peroxide as 1000 ppm/20 min/day for two days and trichlorphon as 150 ppm/30 min/day for two days. All the dosages and exposure periods were determined according to Noga (1996). Formalin -treated fish were analyzed on the fifth day of the experiment. While hydrogen peroxide and trichlorphon-treated fish were sampled for analysis on the second day of the treatment. During all applications and analyses, the fish samples were starved and all the applications were carried out as immersion (bath) treatments (Balta, 2016). Macroscopic examinations on fish were conducted just after tested chemicals (formalin, trichlorphon and hydrogen peroxide).

## Hematological Assay

### Blood and Serum Collection

Blood and serum samples were taken from fish at the end of each trial. Blood and serum samples collected after the fish were anaesthetized using quinaldine sulphate (Sigma Chemical Co., Germany) at a dosage of 20 ml/L. for 4-5 minutes (Yanar and Genç, 2004). RBC, WBC, Hb, Hct values were recorded from the blood samples collected from the caudal vein of the anaesthetized fish by using a 1cm<sup>3</sup> heparinized syringe. Blood smears were also prepared from the heparin-free blood samples to identify the leukocyte cell types. Also, blood samples were taken from fish to heparin-free tubes simultaneously for glucose and cortisol assays.

### Blood Analysis

For RBC and WBC analysis, the Natt-Herrick solution was used and transferred to the Thoma slide. Examinations were conducted with an Olympus BX 51 light microscope at 400x magnification. The results are given as x10<sup>6</sup>/mm<sup>3</sup> for erythrocyte and x10<sup>3</sup>/mm<sup>3</sup> for leukocyte (Blaxhall and Daisley, 1973). The cyanmethemoglobin method was used to determine haemoglobin amount. The results were given as mg/dl. The microhaematocrit technique was used to determine haematocrit levels. The results were given in percentages (Stollen and FleTrichlorphonher, 1994). Indexes used are as follows; MCV (Mean Erythrocyte Cell Volume); MCH (Mean Erythrocyte Hemoglobin); The formulations for these indexes are as given;

$$\text{MCV (Mean Erythrocyte Cell Volume)} (\mu^3) = (\text{Hct} (\%)) / \text{RBC} (10^6/\text{mm}^3) \times 10$$

$\text{MCH (Mean Erythrocyte Hemoglobin)} (\text{pg}) = \text{Hb}(\text{g}/100 \text{ ml}) / \text{RBC} (10^6/\text{mm}^3) \times 10$  (Blaxhall and Daisley, 1973; Kocabatmaz and Ekingen, 1984; Schreck and Moyle, 1990).

Blood smears were dried in air and stained with May Grünwald – Giemsa mixture (Kocabatmaz and Ekingen, 1984). Possible changes in blood cells, structures, and types were photographed with Olympus DPI25 digital camera at 1000x magnification from the blood smears. Cell sizes were measured using a micrometer.

### Serum Biochemical Analysis

Blood samples from fish samples were taken to heparin-free tubes, centrifuged at 3500 rpm and the obtained serum was stored at -20 ° C until the time of analysis. Cortisol levels were determined by Radioimmunoassay (RIA) from 100µl serum samples obtained after blood centrifugation at 2000 rpm at +4 ° C for 20 minutes. Accordingly, a 21-thyroglobulin rabbit antiserum was used for determination (Pickering et al., 1987). Glucose levels were measured by a colorimetric method (Burtis and Ashwood, 1999).

### Statistical Analysis

Experiments were conducted in triplicates and data obtained from the three replicates were pooled and analyzed with independent sample t-test using SPSS 10.0 software. The level of significance was determined as 0.05 (Hayran and Özdemir, 1995). And also, each treatment was compared to its control group.

## RESULTS

### Hematological Parameters

The erythrocyte counts, hemoglobin and hematocrit levels decreased in trichlorphon, formalin and hydrogen peroxide -treated fishes. A decrease was determined in MCV and MCH levels of erythrocyte indices in all three trials (p<0.05). The decreases observed in RBC, Hb, Hct, MCV and MCH values in all three applications were found to be statistically significant (p <0.05), (Table 1).

The cell sizes in three applications are given in Table 2 while the blood photos were taken for each application shown in Figure 1. Comparing each treatment with the control group, statistically significant increases were determined in WBC value, lymphocyte, monocyte cell ratios and erythrocyte, lymphocyte, monocyte and neutrophil cell sizes (p<0.05).

**Table 1.** Hematological parameters of *C. carpio* after exposure to formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon.

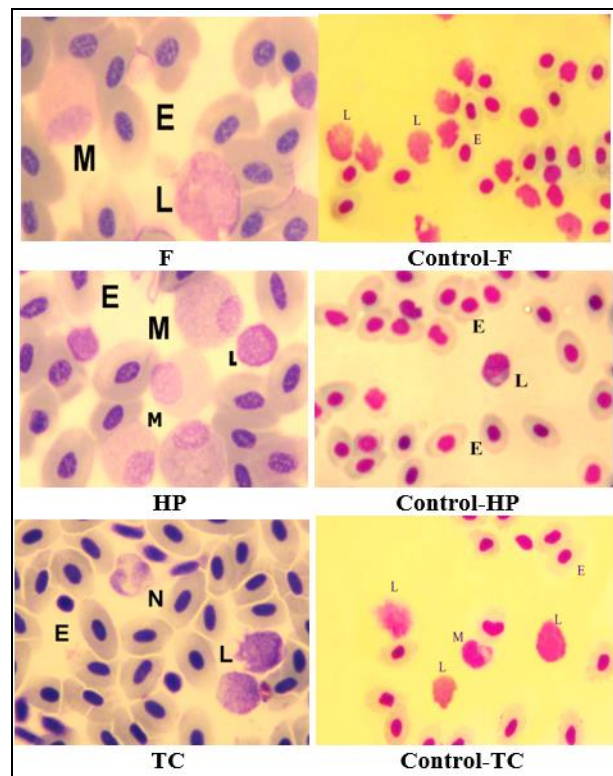
Applications	RBC ( $\times 10^6/\text{mm}^3$ )	Hb (g/dl)	Hct (%)	MCV ( $\times 10^{-3}$ ) ( $\mu^3$ )	MCH ( $\times 10^{-4}$ ) (mg/cell)
Formalin	0.538.5 $\pm$ 13.7*	6.9 $\pm$ 1.5*	20.5 $\pm$ 3.4*	257.5 $\pm$ 91.3*	61.9 $\pm$ 17.7*
Control-F	1.120 $\pm$ 22.0	10.2 $\pm$ 0.3	48.7 $\pm$ 1.1	429.5 $\pm$ 10.5	104.5 $\pm$ 15.8
Hydrogen Peroxide	0.842.3 $\pm$ 10.7*	6.1 $\pm$ 1.0*	18.2 $\pm$ 1.5*	235.2 $\pm$ 8.2*	60.5 $\pm$ 12.7*
Control-H	1.920.13 $\pm$ 19.1	11.3 $\pm$ 2.2	39.5 $\pm$ 2.1	00.3 $\pm$ 7.4	91.7 $\pm$ 11.8
Trichlorphon	0.948.05 $\pm$ 32.5*	5.9 $\pm$ 1.0*	20.5 $\pm$ 2.3*	250.5 $\pm$ 8.9*	68.06 $\pm$ 18.3*
Control-T	1.550 $\pm$ 33.9	9.8 $\pm$ 1.9	42.5 $\pm$ 1.7	399.2 $\pm$ 16.3	97.11 $\pm$ 21.7

Formalin (F), Hydrogen peroxide (H), Trichlorphon (T), Erythrocyte cell count (RBC), hemoglobin (Hb), haematocrit (Hct) and erythrocyte cell indexes (MCV: Mean Erythrocyte Cell Volume); (MCH: Mean Erythrocyte Hemoglobin). The values in the same column indicated with the superscript differ significantly. \*: p<0.05

**Table 2.** Blood cell sizes of *C. carpio* after exposure to formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon.

Applications	Lymphocyte ( $\mu\text{m}$ )	Monocyte ( $\mu\text{m}$ )	Neutrophil ( $\mu\text{m}$ )	Eosinophil ( $\mu\text{m}$ )	Erythrocyte ( $\mu\text{m}$ )
Formalin	14.83 $\pm$ 2.99*	11.91 $\pm$ 1.11*	-	-	14.30 $\pm$ 1.44*
Control-F	9.25 $\pm$ 1.83	6.60 $\pm$ 1.14	-	7.60 $\pm$ 0.89	10.32 $\pm$ 1.22
Hydrogen Peroxide	13.09 $\pm$ 4.7*	12.58 $\pm$ 1.02*	13.50 $\pm$ 3.53	9.40 $\pm$ 1.94	14.75 $\pm$ 2.5*
Control-H	10.01 $\pm$ 1.2	6.35 $\pm$ 1.5	-	-	10.89 $\pm$ 1.0
Trichlorphon	14.0 $\pm$ 3.8*	8.14 $\pm$ 0.6	14.50 $\pm$ 3.21*	-	14.35 $\pm$ 1.02*
Control-T	12.0 $\pm$ 2.09	7.0 $\pm$ 1.0	10.20 $\pm$ 1.48	-	11.21 $\pm$ 1.20

Formalin (F), Hydrogen peroxide (H), Trichlorphon (T). The values in the same column indicated with the superscript differ significantly. \*: p<0.05

**Figure 1.** The Effects of Formaldehyde, Hydrogen Peroxide and Trichlorphon Applications on Blood Cells of Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L.). Formalin (F), Hydrogen peroxide (HP), Trichlorphon (TC). E. Erythrocyte, L. Lymphocytes, M. Monocyte, N. Neutrophil (1000X).

There were significant increases in leukocyte cells after the applications, especially in the percentage values of lymphocytes, monocytes, and neutrophils ( $p < 0.05$ ). The most significant increases were observed in leukocyte cell counts and lymphocyte cell ratios. For all three applications, lymphocyte ratios increased by ten units while leukocyte cells increased approximately three-fold, compared to those of the control groups (Table 3). Similarly, increases in monocyte and neutrophil cell ratios between the groups were found to be statistically significant ( $p < 0.05$ ) (Table 3).

In the blood smear tests, since no eosinophil cells were detected, they could not be statistically evaluated among the groups (Tables 1, 2 and 3).

**Table 3.** Leukocyte cells of *C. carpio* after exposure to formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon.

Applications	WBC ( $\times 10^3/\text{mm}^3$ )	Lymphocyte (%)	Monocyte (%)	Neutrophil (%)	Eosinophil (%)
Formalin	17.46 $\pm$ 5.4*	85 $\pm$ 9.0*	13.0 $\pm$ 2.5*	12.0 $\pm$ 3.4	2.0 $\pm$ 0.5
Control-F	6.05 $\pm$ 1.4	75 $\pm$ 5.2	5.0 $\pm$ 1.5	8.0 $\pm$ 1.2	-
Hydrogen Peroxide	25.22 $\pm$ 6.1*	95.80 $\pm$ 2.1*	10.0 $\pm$ 6.1*	2.20 $\pm$ 1.0	1.0 $\pm$ 0.0
Control-H	7.18 $\pm$ 1.7	86.40 $\pm$ 8.5	3.0 $\pm$ 1.0	-	4.0 $\pm$ 2.0
Trichlorphon	20.32 $\pm$ 7.4*	88 $\pm$ 9.3*	16.0 $\pm$ 2.1	12.0 $\pm$ 2.9*	4.0 $\pm$ 1.2
Control-T	6.10 $\pm$ 0.2	79 $\pm$ 5.4	9.0 $\pm$ 1.0	3.0 $\pm$ 0.9	-

Formalin (F), Hydrogen peroxide (H), Trichlorphon (T), Leukocyte counts (WBC) and leukocyte cell types (Lymphocyte, Monocyte, Neutrophil, Eosinophil). The values in the same column indicated with the superscript differ significantly. \*:  $p < 0.05$ .

### Serum Biochemical Parameters

As a result of three chemotherapeutic applications, serum glucose and cortisol values are shown in Table 4. Compared to those of the control group significant increases were determined in serum glucose and cortisol levels ( $p < 0.05$ ) (Table 4).

**Table 4.** Serum parameters of *C. carpio* after exposure to formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon.

Applications	Glucose (mg/dl)	Cortisol (ng/ml <sup>1</sup> )
Formalin	137.8 $\pm$ 16.8*	123.4 $\pm$ 7.8*
Control-F	80.6 $\pm$ 7.2	79.2 $\pm$ 4.2
Hydrogen Peroxide	148.2 $\pm$ 12.9*	129.1 $\pm$ 5.7*
Control-H	97.2 $\pm$ 9.1	70.5 $\pm$ 7.7
Trichlorphon	163.2 $\pm$ 23.4*	117.2 $\pm$ 5.4*
Control-T	100.7 $\pm$ 7.5	67.6 $\pm$ 3.7

Formalin (F), Hydrogen peroxide (H), Trichlorphon (T). The values in the same column indicated with the superscript differ significantly. \*:  $p < 0.05$

In the macroscopic examination of fish carried out prior to the trials, no significant results were found in the macroscopic health examinations other than local hemorrhage in the gills.

### DISCUSSION

The increased fish production in the last two decades has exposed the fish to stressors including the high density stocking rates, handling, transportation, classification, purposes and chemical misuses. While these applications make fish more sensitive to pathogens, they make the diseases the biggest obstacle for fish production. As it's known that fish parasites and diseases have gained importance in aquaculture. On the other hand, misuse of chemicals leads to bioaccumulation and environmental pollution risks (Christyapita et al., 2007).

Therefore, in the present study, formaldehyde, hydrogen peroxide, and trichlorphon were tested in terms of some blood parameters and stress indicators.

In aquaculture, applications cause some changes in hematological parameters of fish (Treves-Brown, 2000; Davis et al., 2008; Tucmechi et al., 2011).



In numerous studies conducted for many years, blood parameters were regarded as a stress indicator. Especially physiological parameters such as serum glucose and cortisol were defined as the best indicators of stress in fish (Omoriegic et al., 1998; Yıldız and Karasu, 2001; Kubilay and Uluköy, 2002). An optimal therapeutic dosage should be used for the balanced of the physiological state of fish (Barton et al., 1980; Carragher and Ress, 1994; Jung et al., 2003; Yonar et al., 2014; Bayram and Kocaman, 2017; Kankaya and Kaptaner, 2017). Formaldehyde used in the present study is a disinfectant. Moreover, formaldehyde, which is frequently used against external parasites of the fish, may not always provide the expected effect due to insufficient dose administration and its rapidly degradable structure (Balta, 2016).

Commonly formalin should not be applied more than 40 mg/L in natural environments (lakes-ponds) due to the death of planktons and decrease in dissolved oxygen amount in prolonged baths of fish (1-hour bath for 200-250 mg/L) (Parlar and Kaya, 2011). However, for cultured marine fish 150 ppm formalin /60 minutes dosage increased cortisol and glucose values (Yıldız and Ergönül, 2010). Bayram and Kocaman (2017) stated that the hemoglobin and hematocrit values were increased at the fourth hour at 12.5 mL of formalin dose. It has been reported that formaldehyde which is capable of binding 1 mg/L of oxygen in the water for each 5 mg/L water, reduced the oxygen concentration in the water, triggered the erythropoietin activity in the fish and thus increased the production of erythrocyte, causing the increase of hemoglobin and hematocrit.

In this study, regular oxygen measurements carried out during the study period kept the oxygen levels constant.

A major advantage of hydrogen peroxide as a chemotherapeutic is the minimal environmental impact related to the absence of toxic residues. In water,  $H_2O_2$  decomposes into water and oxygen, and it has also been used as an oxygen source during the transportation of live fish or in ornamental ponds (Innes Taylor and Ross, 1988; Russo and Yanong, 2007). On the other hand, hydrogen peroxide can be toxic to fish, resulting in morbidity (e.g., gill damage) or mortality depending on the size of the fish, fish species, water temperature, concentration of the chemical, and exposure duration (Russo and Yanong, 2007). Tort et al. (2003) studied the effects of hydrogen peroxide on blood parameters in pike-perch. The researchers have reported that 10 mg/L dose was low, and 100-150 mg/L dose could be the effective dose for the treatment of bacterial gill disease. Additionally, subacute hydrogen peroxide toxicity caused anemia by the destruction of the erythrocyte membrane and oxidation of hemoglobin (Metzler, 1977; Newsholme, 1983; Innes Taylor and Ross, 1988). Hydrogen peroxide has also been used in aquaculture as an immersion (bath) treatment against many different disease-causing organisms, including external parasites (Rach et al., 2000a; Montgomery - Brock et al., 2001; Powell and Clark, 2004), bacteria (Speare and Arsenault, 1997; Lumsden et al., 1998; Rach et al., 2000b; Gaikowski et al., 2003) and fungi (Howe et al., 1999; Rach et al., 2004), on different species and life-stages of fish.

Trichlorophon as an organophosphate compound, with a lipolytic structure, can easily pass through the cell membrane and cause a toxic effect. Therefore, in the present study, a 2-day application period for Trichlorophon was applied for safety measurements according to Noga (1996). In a study by Treves-Brown (2000) on dichlorvos, a trichlorophon-like organophosphorus antihelminth, it has been reported that at 20°C, tilapia can survive for 30 minutes when treated with a dosage of 1mg/L dichlorvos while carp can survive at 30 mg/L dichlorvos for 30 minutes.

In the present study, RBC, Hb, Hct and erythrocyte indices significantly decreased compared to the control group in formalin, hydrogen peroxide, and trichlorophon applications. In addition, cell swelling, and cell disintegration were observed with the deterioration of the membrane structure in the cells and it has been reported that the decrease in the number of cells can be caused by this. Decreases on the levels of RBC, Hb, Hct, MCV and MCH were also found similar to the previous studies such as Nussey et al., (1995) and Atamanalp and Yanik (2003).

In the present study, local hemorrhages were observed in gills and significant reductions were determined in erythrocyte cells, Hb and Hct values (Table 1). Similarly, Yang and Chen (2003) explanation, the aggregation of red blood cells in damaged gills after formalin, hydrogen peroxide and trichlorophon exposure.

On the other hand, erythrocyte indexes representing the health status and anemia related to iron deficiency. The mean erythrocyte cell sizes for carp reported as 10-12 mm (Sopinska, 1984; Schindler

and De Vries, 1986; Yang and Chen, 2003). In this study, erythrocyte cell sizes of the control groups were found in the normal range for common carp (Table 2). However, erythrocyte cell sizes in treated groups were found higher and out of the range in comparison to control groups. On the other hand, two-fold differences were determined in terms of leukocyte cell sizes (Table 2).

Compared to the control group, the swelling was observed in blood cells (erythrocytes, lymphocytes, monocytes and neutrophils) in formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon applications (Figure 1).

Various researchers have reported that toxic substances might cause morphological anomalies in erythrocytes, including nuclear anomalies, cell deformation, amitosis or hemolysis. Blood cells swell or contract depending on the osmotic pressure in the medium. It has been reported that erythrocytes in a hypotonic solution had swollen by sucking the fluid and were hemolyzed by the breakdown of the cell membrane. Swelling-like growths in the cells which comprise the first stage of cell degeneration were defined as the loss of membrane properties in the cells as the effects of electrolyte imbalance caused by chemotherapeutic agents (Narains and Strivastava, 1989).

Nussey et al. (1995) explained that the increase in the number of leukocytes (leukocytosis) was a normal reaction of the fish body, against foreign substances or chemotherapeutics. Leukocyte cell amounts and leukocyte cell percentages significantly increased in formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon treated groups ( $p < 0.05$ ). The increase in lymphocyte cells was interpreted as the reaction of the body to the therapeutic doses of formalin, hydrogen peroxide, and trichlorphon. In addition, increases in monocyte and neutrophil cells were also evaluated as an increase in phagocytosis in cells against antigenic agents. Many investigators have demonstrated that the leukocytes of teleosts are extremely sensitive to toxicants, metals, pollutants, foreign substances, pesticides, diseases and acute stress (Nussey et al., 1995; Fast et al., 2006; Çiftçi et al., 2008). The previous study results supported the blood parameter results after the applications in *C. carpio* individuals.

Some studies have reported that significant decreases in neutrophil and monocyte levels were observed after formalin exposure. It is thought that decreases on neutrophil and monocyte levels may depend on the increases of corticosteroids which are known as stress hormones like serum glucose and cortisol. However, increases in these hormones also cause the limitation of the macrophage activity (Mustafa et al., 2000). It has been reported that classical serum indicators of stress conditions were cortisol concentrations, blood glucose concentrations, hemoglobin, and hematocrit (Pickering et al., 1987; Krumschnabel and Lackner, 1993; Tort et al., 2003). Changes in serum corticosteroids such as cortisol as an initial response and serum glucose level in fish as a secondary response can be used as indicators of stress in fish (Barton, 2002; Tucmechi et al., 2011).

Serum cortisol and glucose levels were also analyzed in the present study. Stress-related increases were observed in all three applications compared to the control group. Serum cortisol and glucose levels are widely used as a general indicator of stress conditions in vertebrates, particularly in fish (Carragher and Ress, 1994; Barton, 2002). The increase in blood glucose levels is another indicator used for the determination of stressors, glucose levels in the blood can be easily measured and the procedure relatively costs less. These increases are caused by cortisol induced gluconeogenesis. Furthermore, blood glucose value is also utilized for the indirect measure of altered cortisol secretion (Reddy and Leatherland, 1998). Blood glucose value is the most common parameter to evaluate the stress response in fish (Carragher and Ress, 1994; Tort et al., 1996; Barton, 2002, Kubilay and Uluköy, 2002). Tort et al. (1996) investigated the toxicity level of Cadmium and the effects of stress on the plasma cortisol, metallothionin levels and oxidative state in rainbow trout (*O. mykiss*). As a result, in cases where stress became chronic, there were less insignificant increases in plasma cortisol level whereas significant increases were determined in cortisol levels in case of acute stress.

In the present study, a significant increase on serum cortisol and glucose levels due to the stress were also recorded in formalin, hydrogen peroxide and trichlorphon-treated fish ( $p < 0.05$ ), in comparison to the fish in control group (Table 4). However, data obtained from previous studies indicated that the basal cortisol levels in *C. carpio* were higher ( $< 80$  ng/ml) than other fish species (Arends et al., 1998; Ruane et al., 1999). Among cyprinid species, higher basal cortisol level (100 ng/ml) was reported in *Leuciscus cephalus*, (Pottinger et al. 2000). An increase in glucose levels can be explained by the necessity of energy depending on the metabolic defense of the fish stressed by the application of chemicals. It has been reported that short-term intensive stress leads to a large increase

in the cortisol concentration followed by a slightly decrease (Barton et al., 1980). Similar studies showed that long-term stress applications result in slightly increases in serum cortisol levels while short term stress applications cause faster increases in cortisol levels (Tort et al., 1996).

Some previous studies conducted on salmon, reduced macrophage activity was reported due to the increasing glucose and cortisol levels. Thus, elevation in cortisol levels cause immunosuppression (Tort et al., 1996; Mustafa et al., 2000). It was noted that stress created in fish did not create any pressure on defense cells, but, on the contrary, it significantly increased leukocyte cell counts and leukocyte cell percentages. Compared with other studies, it was thought that this might be related to the application time and dose. In spite of the decrease in RBC, Hb, Hct and RBC indices, the increase in WBC and leukocyte cell percentages were defined as the defense indicators of stress caused by the applications on fish. However, in the present study, increases in cortisol and glucose levels did not cause repression in the defense cells in carps, on the contrary, they caused increases in defense mechanisms in the cells.

Today, the controlled use of most of the chemotherapeutic agents for all treatments and prophylactic purposes is very important in terms of human health, the health of the living thing on which the chemotherapeutic applied and environmental damage. The fact that the use of formaldehyde in aquaculture as a bath treatment in fish has significant irritation effects in the skin and respiratory system, and therefore causing respiratory problems suggests that chemicals should be preferred at minimum levels for whatever purpose they are used (Bayram and Kocaman, 2017).

## CONCLUSION

In the research, the significant decreases in health indicator cells and the increases in the stress indicator parameters indicated that formalin, hydrogen peroxide, and trichlorphon applications can be evaluated as the source of stress in carp in terms of dose and time.

## REFERENCES

- Arends, R. J. , Van der, G. R., & Martens, G. J. M. (1998). Differential expression of two proopiomelanocortin mRNAs during temperature stress in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Endocrinology*, 159, 85-91.
- Atamanalp, M., & Yanık, T. (2003). Alterations in haematological parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to mancozeb. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 27, 1213-1217.
- Balta, F. (2016). *Balık Hastalıkları Ders Notları*. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Hastalıklar ABD, Zihni Derin Yerleşkesi, Rize.
- Barton, B. A. , Schreck, C. B., & Barton, L. D. (1980). Effects of chronic cortisol administration daily acute stress on growth, physiological conditions, and stress responses in juvenile rainbow trout. *Diseases Aquatic Organisms*, 2, 173-185.
- Barton, B. A. (2002). Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, 42, 517-525.
- Bayram, H., & Kocaman, M. (2017). Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'na uygulanan formaldehit banyosunun bazı hematolojik kan parametreleri üzerine etkisi. *Alnteri Journal of Agriculture Sciences*, 32 (1), 47-53.
- Beverly, A. G., & Donald, F. A. (1982). Mebendazole/trichlorfon combination: A new anthelmintic for removing monogenetic trematodes from fish. *Journal of Fish Biology*, 20 (4), 373- 378.
- Blaxhall, P. C., & Daisley, K. W. (1973). Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5, 771-882.
- Burtis, A. C., & Ashwood, E. R. (1999). *Tietz textbook of clinical chemistry*. 3 rd edition, ISBN 0-7216-5610-2. WB Saunders Company, Philadelphia, U.S.A.
- Carragher, J. E., & Ress, C. M. (1994). Primary and secondary stress response in golden perch *Masquaria ambigua*. *Comparative Biochemical Physiology*. 107 (A), 49-56.
- Christyapita, D. M. , Divyagnaneswari, R., & Dinakaran, M. (2007). Oral administration of *Eclipta alba* leaf aqueous extract enhances the non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis mossambicus*. *Fish&Shellfish Immunology*, 23 (4), 840-852.
- Çiftçi (Soydemir), N., Ciciik, B., & Erdem, C. (2008). Effects of lead concentrations on sera parameters and haematocrit levels in *Anguilla anguilla* (L., 1758). *Journal of FisheriesSciences.com*, 2, 616 -622.

- Cruz-Lacierda, E. R. , Pineda, A. J. T., & Nagasawa, K. (2012). In vivo treatment of the gill monogenean *Pseudorhabdosynochus lantauensis* (Monogenea, Diplectanidae) on orange-spotted grouper (*Epinephelus coioides*) cultured in the Philippines. *International Journal of the Bioflux Society*, 5 (5), 330-336.
- Davis, A.K., Maney, D. L., & Maerz, J. C. (2008). The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional Ecology*, 22, 760 – 772.
- Fast, M. D. , Muise, D. M., & Easy, R. E. (2006). The effects of *Lepeophtheirus salmonis* infections on the stress response and immunological status of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish and Shellfish Immunology*, 21, 228-241.
- Gaikowski, M. , Johnson, A. , Rach, J. J., & Schleis, S. M. (2003). Efficacy of hydrogen peroxide in controlling mortality associated with external columnaris on walleye and channel catfish fingerlings. *North American Journal of Aquaculture*, 65, 300–305.
- Hai, D. Q. ; Varga, S. I., & Matkovic, B. (1997). Organophosphate Effects on Antioxidant System of Carp (*Cyprinus carpio*) Catfish (*Ictalurus nebulosus*). *Comparative Biochemical Physiology. A.*, 117C, 83-88.
- Hayran, M. & Özdemir, O. (1995). *Bilgisayar İstatistik ve Tıp. Hekimler Yayın Birliği* HYB. Medikal Araştırma Birimi MEDAR, Ankara.
- Howe, G. E., Gingerich, W. H. , Dawson, V. K., & Olson, J. J. (1999). Efficacy of hydrogen peroxide for treating saprolegniasis in channel catfish. *Journal of Aquatic Animal Health*, 11, 222 –230.
- Innes Taylor, N., & Ross, L. G. (1988). The use of hydrogen peroxide as a source of oxygen for the transportation of live fish. *Aquaculture*, 70, 183-192.
- Jeziarska, B., & Witeska, M. (2001). Metal Toxicity to Fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11 (3), 279-279.
- Jones, S. R. M., Thoney, D. A., & Balfry, S. K. (2015). Comparative efficacy of formalin, freshwater and hydrogen peroxide against *Gyrodactylus corti* infestations on captive wolf-eels (*Anarrhichthys ocellatus*). *Bulletion European Associated Fish Pathology*, 35 (2), 1-10.
- Jung, S. H., Sim, D. S., Park, M. J. Q., & Kim, Y. (2003). Effects of formalin on haematological and blood chemistry in olive flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck et Schlegel). *Aquaculture Research*, 34, 1269-1275.
- Kankaya, E., & Kaptaner, B. (2017). Formaldehitin subletal konsantrasyonlarının sazan (*Cyprinus carpio* L.) balığı üzerindeki toksik etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27 (3), 406-415.
- Kocabatmaz, M., & Ekingen, G. (1984). Standardization of haematological methods and taking blood from various fish species. *Journal Natural Science*, 2, 149-159.
- Krumschnabel, G., & Lackner, R. (1993). Stress response in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* Alevins. *Comparative Biochemical Physiology. A*, 104 (4),777-783.
- Kubilay, A., & Uluköy, G. (2002). The effects of acute stress on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Zoology*, 26, 249-254.
- Lumsden, J. S. , Ostland, V. E., & Ferguson, H. W. (1998). Use of hydrogen peroxide to treat experimentally induced bacterial gill disease in rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*, 10, 230–240.
- Metzler, D. E. (1977). *Biochemistry*. Academic Press, New York, USA.
- Montgomery-Brock, D. V. T. , Sato, J. , Brock, A., & Tamaru, C. S. (2001). The application of hydrogen peroxide as a treatment for the ectoparasite *Amyloodinium ocellatum* on the Pacific threadfin *Polydactylus sexfilis*. *Journal World Aquaculture Society*, 32, 250–254.
- Mustafa, A., Macwilliams, C., & Fernandez, N. (2000). Effects of sea lice (*Lepeophtheirus Salmonis* K., 1837) infestation on macrophage functions in atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Fish and Shellfish Immunology*, 10, 47-59.
- Narain, A. S., & Srivastava, P. N. (1989). Anemia in the freshwater teleost *Heteropneustes fossilis* under the stress of environmental pollution. *Bulletin Environmental Contamination Toxicology*, 43, 627-634.
- Newsholme, E. A. (1983). *Biochemistry for the medical sciences*. John Wiley. Chichester. England.
- Noga, E. J. (1996). *Fish diseases diagnosis and treatment*. ISBN 1-55664-374-8.
- Nussey, G., Vuren, H. J., & Preez, H. H. (1995). Effect of copper on the differential white blood cell counts of the mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Comparative Biochemical Physiology. A*, 111, 381-388.
- Omoriegie, E., Eseyin, T. G., Ofojekwu, P. C., & Amali, E.I. (1998). Effects of sublethal concentrations of formalin on weight gain in Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Trewavas). *Asian Fisheries Society*, 10, 323-327.
- Parlar, A., & Kaya, S. (2011). Su ürünlerinde ilaç kullanımı. *Türk Veteriner Hekimler Birliği Dergisi*, 1-2, 60-73.
- Pickering, A. D. , Pottinger, T. G., & Carragher, J. (1987). The effect of acute and cronic stress on the levels of reproductive hormones in the SERA of mature male brown trout (*Salmo trutta* L.). *General and Comparative Endocrinology*, 68, 249-259.

- Pottinger, T. G., Carrick, T. R., & Appleby, A. (2000). High blood cortisol levels and low cortisol receptor affinity: is the chub, *Leuciscus cephalus*, a cortisol-resistant teleost? *General and Comparative Endocrinology*, *120*, 108-117.
- Powell, M. D., Speare, D. J., & Macnair, N. (1994). Effect of intermittent chloramine-t exposure on growth, serum biochemistry and fin condition of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, *51*, 1728-1736.
- Powell, M. D., & Clark, G. A. 2004. Efficacy and toxicity of oxidative disinfectants for the removal of gill amoebae from the gills of amoebic gill disease affected Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in freshwater. *Aquaculture Research*, *35*, 112-123.
- Rach, J. J., Gaikowski, M. P., & Ramsay, R. T. (2000a). Efficacy of hydrogen peroxide to control parasitic infections on haTrichlorophonhery-reared fish. *Journal of Aquatic Animal Health*, *12*, 267–273.
- Rach, J. J., Gaikowski, M. P., & Ramsay, R. T. (2000b). Efficacy of hydrogen peroxide to control mortalities associated with bacteria gill disease infections on haTrichlorophonhery-reared salmonids. *Journal of Aquatic Animal Health*, *12*, 119–127.
- Rach, J. J., Valentine, J. J., Schreier, T. M., Gaikowski, M. P., & Crawford, T. G. (2004). Efficacy of hydrogen peroxide to control saprolegniasis on channel catfish (*Ictalurus punctatus*) Eggs. *Aquaculture*, *238* (1–4), 135–142.
- Reddy, P. K., & Leatherland, J. F. (1998). *Stress Physiology*, In: *Fish disease and disorders*, Vol. 2 *Non-infectious Disorders*. Eds. Leatherland, J. F and Woo, P.T.K., Cabi Pub. 279-301.
- Ruane, N. M., Wendelcar, B. S. E., & Balm, P. H. M. (1999). Differences between rainbow trout and brown trout in the regulation of the pituitary-interrenal axis and physiological performance during confinement. *General and Comparative Endocrinology*, *115*, 210-219.
- Russo, R. E. W., & Yanong, R. P. E. (2007). Preliminary investigations of hydrogen peroxide treatment of selected ornamental fishes and efficiency against external bacteria and parasites in green swordtails. *Journal of Aquatic Animal Health*, *19*, 121 – 127.
- Schindler, J. F., & De Vries, U. (1986). Scanning cytophotometry of carp, *Cyprinus carpio* L., erythrocyte populations: the Influence of short-term hypoxic environment and the recovery period following severe bleeding. *Journal of Fish Biology*, *28*, 741–752.
- Schmidt, L. J., Gaikowski, M. P., & Gingerich, W. H. (2006). *Environmental assessment for the use of hydrogen peroxide in aquaculture for treating external fungal and bacterial diseases of cultured fish and fish eggs*. : Geographical survey, Biological Resources Division. U.S.A.
- Schreck, C. B., & Moyle, P. B. 1990. *Methods for fish biology*. American Fisheries Society. ISBN 0-913235-58-X., Maryland, U.S.A.
- Shah, S. L., & Altındağ, A. (2004). Haematological parameters of tench (*Tinca tinca* L., 1758) on acute and chronic exposures of lethal and sublethal treatments of cadmium. *Fresenius Environmental Bulletin*, *13* (12b), 1477-1481.
- Sopińska, A. (1984). Effects of physiological factors, stress, and disease on haematological parameters of carp, with a particular reference to leukocyte pattern. II. Haematological results of stress in carp. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, *14*, 121–139.
- Speare, D. J., & Arsenaault, G. J. (1997). Effects of intermittent hydrogen peroxide exposure on growth and columnaris disease prevention of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Science*, *54* (11), 2653–2658.
- Stollen, S. J., & FleTrichlorphonher, T. C. 1994. Anderson D. P. *Techniques in fish immunology-2*. 1<sup>st</sup> edition. ISBN 0-9625505-3-1. SOS Pub., Virginia.
- Tort, L., Kargacin, B., & Torres, P. (1996). The effect of cadmium exposure and stress on sera cortisol, metallothionein levels and oxidative status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver. *Comparative Biochemical Physiology, A*, *114* (C), 29-34.
- Tort, M. J., Wooster, G. R., & Bowser, P. R. (2003). Effects of hydrogen peroxide on hematology and blood chemistry parameters of walleye *Stizostedion vitreum*. *Journal World Aquaculture Society*, *34*, 236-242.
- Treves-Brown, K. M. (2000). *Applied fish pharmacology*. ISBN 81-8128-900-1. Kluw. Ac.Publ., Netherlands.
- Tukmechi, A., Andai, H. R. R., Manaffar, R., & Sheikhzadeh, N. (2011). Dietary administration of beta-mercapto-ethanol treated *Saccharomyces cerevisiae* enhanced the growth, innate immune response and disease resistance of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fish and Shellfish Immunology*, *30*, 923-928.
- Ulukoy, G., & Timur, M. (1993). A study on observation of haematological and histopathological changes occurred from some pesticides in different concentrations in pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L. 1758). *Journal of Fisheries Aquatic Science*, *10*, 35-54.
- Witeska, M. (2004). The effect of toxic chemicals on blood cell morphology in fish. *Fresenius Environmental Bulletin*, *13* (12a), 1379-1384.

- Yanar, M., & Genc, E. (2004). Anaesthetic effects of quinaldine sulphate together with the use of diazepam on *Oreochromis niloticus* L.,1758 (Chichlidae) at different temperatures. *Turkish Journal of Veterinary Animal Science*, 28, 1001-1005.
- Yang, J. L., & Chen, H. C. (2003). Effects of gallium on common carp (*Cyprinus carpio*): Acute test, serum biochemistry, and erythrocyte morphology. *Chemosphere*, 53, 877-882.
- Yıldız, H. Y., & Polatsu, S. (1999). Evaluation of the secondary stress response in healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758) after treatment with a mixture of formalin, malachite green and methylene blue. *Aquaculture Research*, 30, 379-383.
- Yıldız, H. Y., & Karasu, A. Ç. (2001). The effects of formalin, copper sulphate, glacial acetic acid applications on hematocrit and SERA glucose levels of tilapia (*Oreochromis niloticus*) - Analysis for stress effects. p. 803-810. XI. National Symposium on Fisheries, Proceeding Book-II. Hatay-Turkey.
- Yonar, S. M. , Sağlam, N. , Yöntürk, Y. , Aytemur, A., & Koşar, A. (2014). Formaldehit uygulanan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda bazı hematolojik ve antioksidan parametrelerin araştırılması. *Journal of FisheriesSciences.com*, 8 (4), 317-323.
- Yıldız, Y. H., & Ergönül, M. G. (2010). Is prophylactic formalin exposure a stress source for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 57, 113-118.

## Effect of Depth and Season on Catch Composition and Discard Rate in Gillnet Fishery in the South-eastern Coast of the Black Sea

İsmet BALIK\*<sup>ORCID</sup>

Akdeniz University, Kemer Maritime Faculty, Campus, Konyaaltı, Antalya, Turkey

\*Corresponding Author: [ibalik@akdeniz.edu.tr](mailto:ibalik@akdeniz.edu.tr)

Research Article

Received 23 July 2019; Accepted 25 November 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** Balık, İ. (2020). Effect of depth and season on catch composition and discard rate in gillnet fishery in the south-eastern coast of the Black Sea. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 82-93. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.595457>

### Abstract

Effects of depth and season on species composition of catch and discard rate in the gillnet fishery on the south-eastern coast of the Black Sea was investigated in this study. For this purpose, fishing trials were carried out in the four different depth strata (0-14 m, 15-29 m, 30-49 m and 50 m $\geq$ ) using multifilament gillnets with mesh sizes of 32, 34, 36 and 38 mm, from March 2013 to February 2014. In the fishing trials, a total of 2506 individuals (133.729 g) belongs to eight fish species were obtained which were whiting (*Merlangius merlangus*), red mullet (*Mullus barbatus*), pontic shad (*Alosa immaculata*), mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*), black scorpionfish (*Scorpoena porcus*), stargazer (*Urascopus scaber*), seahorse (*Hippocampus* sp.) and black-striped pipefish (*Syngnathus abaster*). Almost catches for whiting, red mullet, pontic shad and mediterranean horse mackerel were of economic value, while all catches for the other species were discarded. In the shallow waters varying between 0-14 m depth, red mullet and mediterranean horse mackerel were mostly caught. However, catches of especially mediterranean horse mackerel were decreased gradually with increasing water depth. The most caught fish species in deeper water strata more than 15 m was whiting. In the evaluation of the effect of the season on the species composition of catch, the whiting was the most caught fish species by the trial gillnets in all seasons. These fish species, except autumn season (in autumn, pontic shad and mediterranean horse mackerel) followed by red mullet in all seasons. On the other hand, the rate of discard was determined as 10.2% in number and 15.9% in biomass. It has been found that the discard rate decreases gradually due to the increase in water depth. Seasonally, the lowest discard rate was calculated in winter, followed by autumn, spring and summer, respectively.

**Keywords:** East Black Sea, gillnet, catch composition, depth, season

### Türkiye'nin Doğu Karadeniz Kıyılarında Yapılan Sade Uzatma Ağları ile Avcılıkta Av Kompozisyonu ve İskarta Oranı Üzerine Mevsim ve Derinliğin Etkisi

#### Özet

Bu çalışmada, Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarında yapılan sade uzatma ağlarıyla avcılıkta avın tür kompozisyonu ve iskarta oranı üzerine mevsim ve derinliğin etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, Mart 2013-Şubat 2014 tarihleri arasında dört farklı derinlik katmanında (0-14 m, 15-29 m, 30-49 m ve 50 m $\geq$ ) 32, 34, 36 ve 38 mm göz büyüklüğüne sade uzatma ağları kullanılarak avcılık denemeleri gerçekleştirilmiştir. Denemelerde, mezgit (*Merlangius merlangus*), barbunya (*Mullus barbatus*) tirsi (*Alosa immaculata*), istavrit (*Trachurus mediterraneus*), iskorpit (*Scorpaena porcus*), tiryaki (*Urascopus scaber*), deniz atı (*Hippocampus* sp.) ve deniz iğnesi (*Syngnathus abaster*) türlerine mensup toplam 2506 (133.729 g) balık yakalanmıştır. Yakalanan balık türlerinden mezgit, barbunya, tirsi ve istavrit avının tamamına yakını ekonomik değere sahip iken, diğer türlerin avlarının tamamı iskarta edilmiştir. Derinliği 0-14 m arasında değişen sığ sularda en fazla barbunya ve istavrit yakalanmıştır. Ancak, artan su derinliği ile özellikle istavritin av miktarı hızla azalmıştır. Derinliği 15 m'den daha derin su katmanlarında en fazla yakalanan balık türü ise mezgit olmuştur. Avın tür kompozisyonu üzerine mevsimlerin etkisi bakımından yapılan değerlendirmelerde, tüm mevsimlerde sade uzatma ağlarında en fazla yakalanan balık türünün mezgit olduğu görülmüştür. Bu balık türünü, sonbahar mevsimi hariç (sonbaharda tirsi ve istavrit) barbunya izlemiştir. Diğer taraftan, iskarta oranı sayıca %10,2, biyokütlece %15,9 olarak belirlenmiştir. Araştırmada, iskarta oranının su derinliğindeki artışa bağlı olarak tedrici olarak azaldığı tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak ise, en düşük iskarta oranı kış mevsiminde hesaplanırken, bu mevsimi sırasıyla sonbahar, ilkbahar ve yaz mevsimi izlemiştir.

**Anahtar kelimeler:** Doğu Karadeniz, sade uzatma ağı, av kompozisyonu, derinlik, mevsim

## INTRODUCTION

The Black Sea is one of the most remarkable regional seas in the world. It is characterized by relatively low species diversity, high productivity and biomass, and anoxic conditions below 150-200 m depth (Knudsen et al., 2010). Over the last 50 years, the Black Sea ichthyofauna has undergone major changes concerning either its qualitative and quantitative structure and the behaviours of various species.

The continental shelf along the Turkish Black sea coast is very narrow. This situation restricts fish stocks and fishing activities. In addition, the bottom trawl fishery was prohibited in this part of the Black sea. In this part of the Black Sea, pelagic fish species have been mostly fished with purse-seine, while benthic fish species have been caught only with gill- and trammel nets for along time. Therefore, gillnet is the most widely net type used in small-scale fisheries. In recent years, the most important fish species are whiting (*Merlangius merlangus*), red mullet (*Mullus barbatus*) and mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) for small-scale fisheries. Catching of these three fish species has been made by the same gillnets. Essentially, these fish species are known to live in different depths. Mediterranean horse mackerel is a pelagic fish species, although whiting is a semi-pelagic and red mullet is a benthic species.

One of the most significant issues affecting marine fisheries management today is the mortality of fish that are discarded after capture or that escape from fishing gear. Harvesting practices that result in significant discard mortalities have important economic and ecological implications (Murawski, 1994). Because discard refers to any animal material that is caught during commercial fishing operations that is then subsequently returned to the sea. They include organisms that are alive as well as those that are dead (Kelleher, 2005). Fish are released after capture (bycatch) because of harvest restrictions: number, size or sex limits, or incidental catch as non-target species. Fish escape from gear as a result of gear modifications causing unwanted fish to be excluded or released prior to landing. The fundamental causes responsible for the high level of discarding are the use of unselective fishing techniques, the failure to reduce fishing effort, and biological and environmental factors affecting the distribution of species (Johnsen and Eliassen, 2011).

Most bycatch studies have focused on large-scale fisheries, leaving a lack of information regarding small-scale fisheries, in particular towards the effort, catch and bycatch (Lewison et al., 2004; Moore et al., 2010). Small-scale fisheries are often described to be more selective and potentially more sustainable than industrial fisheries and to be therefore the most sustainable option for the utilisation of coastal marine resources (Chuenpagdee et al., 2006; Jaquet and Pauly, 2008). Recent studies show that bycatch in small-scale fisheries can have severe ecological impacts, and if scaled to per-unit of total catch they can be comparable to industrial fisheries (Soykan et al., 2008; Shester and Micheli, 2011; Parker and Tyedmers, 2014). Moreover, small-scale fisheries are generally understudied and often unregulated (Mora et al., 2009; Davies et al., 2009; Chuenpagdee, 2011). As small-scale fisheries encompass 44% of the world's 50 million fishers and provide over half of the total global fisheries production (Chuenpagdee et al., 2006; Berkes et al., 2001; Teh and Sumaila, 2013), this knowledge gap represents a major challenge to sustainable fisheries management and the conservation of threatened species, especially in tropical fisheries of developing countries (Moore et al., 2010).

Factors affecting fishing by gill- and trammel nets from small-scale fishing units should be well known for both commercial fishing and fisheries management. From this point, this study was investigated the effect of seasons and water depths on catch composition and discard levels for the whiting fishery in the south-eastern Black Sea (Fatsa, Ordu, Turkey).

## MATERIALS and METHODS

The study was conducted between from March 2013 to February 2014, in the area between 40 and 41°N latitudes and 37 and 38° E longitudes on Turkish coast (Fatsa, Ordu) of Southeast Black Sea (Figure 1). Fishing trials were carried out in the four different depth intervals (0-14 m, 15-29 m, 30-49 m and 50 m $\geq$ ).



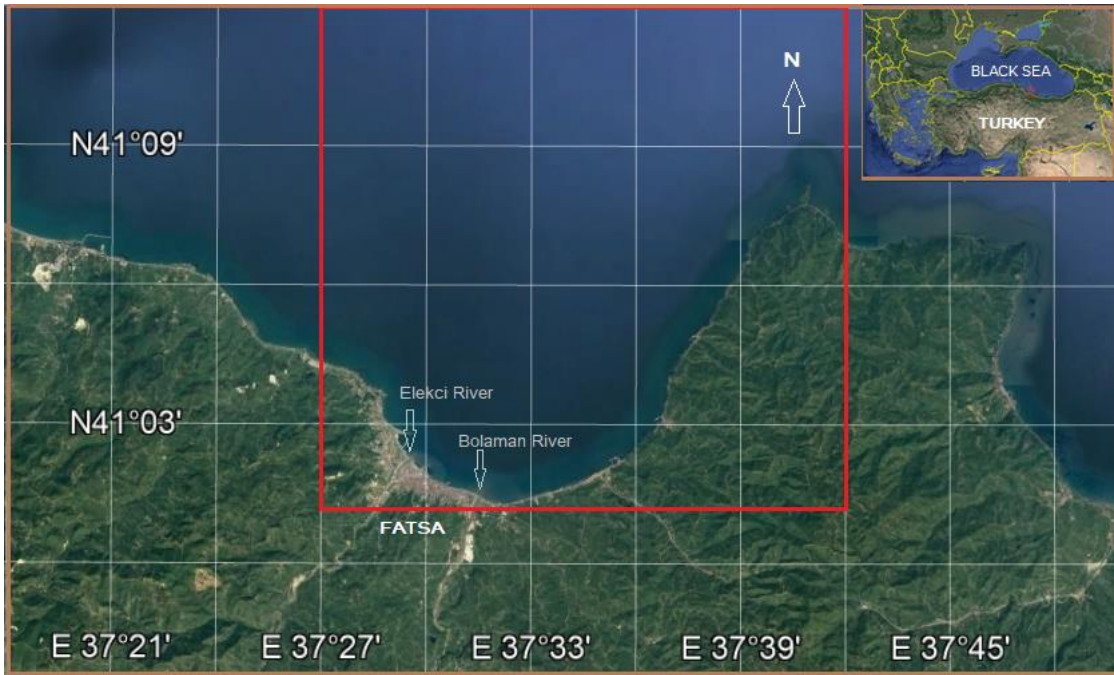


Figure 1. Map showing study area in the south-eastern Black Sea

The experimental multifilament gillnets with a combination of four different mesh sizes (stretched mesh: 32, 34, 36 and 38 mm) were tied together to compose a set for each of four different depth strata. The nets were constructed with the same design and characteristics as those used by local fishermen. Their designs and characteristics were similar to commercial gillnets used by local fishermen.

A fishing boat was rented for trials of the study. The fishing experiments were conducted three times for each month except for July and August. In these months, fishing experiments could not be conducted due to in maintenance fishing boats. The nets were fastened each other and they were set in the afternoon and hauled the following morning. At the end of each fishing trial, all specimens were classified according to species, with or without economic value and depths. Then, each commercial and discarded individual (*M. merlangus*, *M. barbatus*, *A. immaculata*, and *T. mediterraneus*) was measured to the nearest mm [total length (L)] and weighed to the nearest gram [total weight (W)]. Discarded species were *S. porcus*, *U. scaber*, *Hippocampus* sp. and *S. abaster*. All individuals belonging to these species were discarded and all of them determined as in number and in biomass for each fishing trial.

Catch compositions were determined for each depth strata and season. The relationships among deep strata and seasons with biomass of fish species have been interpreted by principal components analysis. The past 3.12 version software was used for these analyses. Bycatch and discard rates were calculated in number and in biomass.

Bycatch definition can be expressed simply as;

$$B = C_t - C_{lm}$$

where  $B$  is the bycatch biomass;  $C_t$  the total catch biomass of all species;  $C_{lm}$  the total managed catch landed and/or utilised (Davies et al., 2009).

Bycatch and discard rates were estimated following equations (Kelleher, 2005; Sparre and Venema, 1998; Matsuoka, 1999):

$$\text{Bycatch rate } (Br) = B/C_t$$

Where  $Br$ , is the bycatch rate;  $B$  is the bycatch biomass;  $C_t$  is the total catch biomass of all species.

$$\text{Discard rate } (D_r) = D/C_t$$

Where;  $D_r$  is the discard rate;  $D$  is the discard biomass;  $C_t$  is the total catch biomass of all species.

## RESULTS

A total of eight fish species were obtained by four different mesh sized gillnets. These fish species were whiting (*M. merlangus*), red mullet (*M. barbatus*), pontic shad (*A. immaculata*), mediterranean horse mackerel (*T. mediterraneus*), black scorpionfish (*S. porcus*), stargazer (*U. scaber*), seahorse (*Hippocampus* sp.) and black-striped pipefish (*S. abaster*). Of these species, all of black scorpionfish, stargazer, seahorse and black-striped pipefish were discarded by commercial fishermen. On the other hand, only three whiting and one red mullet were discarded because of smaller than minimum landing size (MLS; 13 cm total length). Rest individuals of these species and all of the pontic shad and the mediterranean horse mackerel were landed to market (Table 1). Whiting accounted for 50.2% of the total catch by number and 35.4% by weight. This species was followed by red mullet in number and pontic shad in biomass.

**Table 1.** Total numbers (N) and biomass (W) of total catch ( $C_t$ ), commercial catch ( $C_{lm}$ ) and discard ( $D$ ) caught by gillnets for each fish species

Species		Total catch ( $C_t$ )				Commercial catch ( $C_{lm}$ )				Discard ( $D$ )			
Sientific name	Common name	N	%	W	%	N	%	W	%	N	%	W	%
<i>M. merlangus</i>	Whiting	1259	50.2	47293	35.4	1256	55.8	47207	42	3	1.2	86	0.4
<i>M. barbatus</i>	Red mullet	440	17.6	17999	13.5	439	19.5	17942	16	1	0.4	56	0.3
<i>A. immaculata</i>	Pontic shad	314	12.5	38817	29	314	14	38818	34.5				
<i>T. mediterraneus</i>	M. horse mackerel	241	9.6	8497	6.4	241	10.7	8497	7.6				
<i>S. porcus</i>	Bl. scorpionfish	37	1.5	2664	2					37	14.5	2664	12.5
<i>U. scaber</i>	Stargazer	198	7.9	18414	13.8					198	77.3	18414	86.6
<i>Hippocampus</i> sp.	Seahorse	13	0.5	41	0					13	5.1	41	0.2
<i>S. abaster</i>	Bl.striped pipefish	4	0.2	4	0					4	1.6	4	0
<b>Total</b>		2506	100	133729	100	2250	100	112464	100	256	100	21265	100

Landings were dominated by whiting, which was made up of 55.8% and 42% of the landed individuals and biomass, respectively. This species was followed by red mullet in number and pontic shad in biomass. The proportion of horse mackerel from commercial fish species was the lowest.

Discard rate was estimated as 0.102 (10.2%) in number and 0.159 (15.9%) in biomass. 77.3% in number and 86.6% in biomass of fishes discarded consisted of stargazer. The second most abundant species was black scorpionfish. Gillnets used in this study are called as the whiting nets (mezgit ağı) in Turkey and they are mostly designed to capture of the whiting. Therefore, the whiting was the target species of our study. All of the other species were bycatch ( $B$ ). In this case, the rate of bycatch ( $B_r$ ) was calculated as 49.8% in number and 64.6% in biomass.

### Effect of depth on catch composition, commercial catch, and discard

Red mullet and mediterranean horse mackerel were the most caught fish species in the 0-14 m depth strata (Table 2). Least the whiting was obtained in this strata. The catch amount of this species increased significantly in the 15-29 m depth strata and this increase lasted until the 30-49 m depth. Similar values were obtained in deeper waters. Contrary to whiting, the most red mullet were caught in the shallower waters. In the 15-29 m depth strata, the catch of this species was half of 0-14 m depth strata and it decreased gradually with increasing water depth. One other fish species was stargazer which was caught most abundant in this depth strata. Another species the most caught in this deep strata was the stargazer. Nearly all of the catch in the deeper waters consisted of whiting, pontic shad and stargazer.

**Table 2.** Contributions (N and W, g) of fish species to the total catch ( $C_t$ ), commercial catch ( $C_{lm}$ ) and discard ( $D$ ) by depth strata

Depth (m)	Species	Total catch ( $C_t$ )				Commercial catch ( $C_{lm}$ )				Discard ( $D$ )			
		N	%	W	%	N	%	W	%	N	%	W	%
0-14	Whiting	34	5.9	1273	4.5	31	6.4	1187	5.7	3	3.3	86	1.2
	Red mullet	261	45.2	10900	38.7	260	53.4	10844	51.7	1	1.1	56	0.8
	Pontic shad	24	4.2	3025	10.7	24	4.9	3025	14.4				
	M. horse mackerel	172	29.8	5935	21.0	172	35.3	5935	28.3				
	Bl. scorpionfish	10	1.7	720	2.6					10	11.0	720	10.0
	Stargazer	68	11.8	6324	22.4					68	74.7	6324	87.7
	Seahorse	7	1.2	22	0.1					7	7.7	22	0.3
	Bl. striped pipefish	2	0.3	2	0.0					2	2.2	2	0.0
<b>Total</b>		<b>578</b>	<b>100.0</b>	<b>28201</b>	<b>100.0</b>	<b>487</b>	<b>100</b>	<b>20991</b>	<b>100</b>	<b>91</b>	<b>100</b>	<b>7210</b>	<b>100</b>
15-29	Whiting	242	41.4	9933	30.0	242	47.9	9933	37.3				
	Red mullet	133	22.7	5303	16.0	133	26.3	5303	19.9				
	Pontic shad	77	13.2	9602	29.0	77	15.2	9602	36.1				
	M. horse mackerel	53	9.1	1766	5.3	53	10.5	1766	6.6				
	Bl. scorpionfish	16	2.7	1152	3.5					16	20.0	1152	17.8
	Stargazer	57	9.7	5301	16.0					57	71.3	5301	81.9
	Seahorse	5	0.9	16	0.0					5	6.3	16	0.2
	Bl. striped pipefish	2	0.3	2	0.0					2	2.5	2	0.0
<b>Total</b>		<b>585</b>	<b>100</b>	<b>33075</b>	<b>100</b>	<b>505</b>	<b>100</b>	<b>26604</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>6471</b>	<b>100</b>
30-49	Whiting	493	68.3	18159	45.0	493	73.4	18159	50.6				
	Red mullet	35	4.8	1387	3.4	35	5.2	1387	3.9				
	Pontic shad	128	17.7	15577	38.6	128	19.0	15577	43.4				
	M. horse mackerel	16	2.2	796	2.0	16	2.4	796	2.2				
	Bl. scorpionfish	7	1.0	504	1.2					7	14.0	504	11.4
	Stargazer	42	5.8	3906	9.7					42	84.0	3906	88.5
	Seahorse	1	0.1	3	0.0					1	2.0	3	0.1
	Bl. striped pipefish												
<b>Total</b>		<b>722</b>	<b>100</b>	<b>40332</b>	<b>100</b>	<b>672</b>	<b>100</b>	<b>35919</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>4413</b>	<b>100</b>
50≥	Whiting	490	78.9	17928	55.8	490	83.6	17928	61.9				
	Red mullet	11	1.8	409	1.3	11	1.9	409	1.4				
	Pontic shad	85	13.7	10613	33.0	85	14.5	10613	36.7				
	M. horse mackerel												
	Bl. scorpionfish	4	0.6	288	0.9					4	11.4	288	9.1
	Stargazer	31	5.0	2883	9.0					31	88.6	2883	90.9
	Seahorse												
Bl. striped pipefish													
<b>Total</b>		<b>621</b>	<b>100</b>	<b>32121</b>	<b>100</b>	<b>586</b>	<b>100</b>	<b>28950</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>3171</b>	<b>100</b>

It is understood from values in Table 2 that while red mullet and stargazer were localized in the shallow waters, the whiting and pontic shad were localized in waters deeper than 15 m.

Total catch increased from the coast up to 50 m depth. while discard decreased with increasing water depth (Table 3). Discard rate was estimated as 0.157 (15.7%), 0.137 (13.7%), 0.069 (6.9%) and 0.056 (5.6%) in number and 0.256 (25.6), 0.196 (19.6%), 0.109 (10.9%) and 0.099 (9.9%) in biomass for the 0-14, 15-29, 30-49 and 50 m $\geq$  depth strata, respectively. These results showed that both in number and in biomass the discard rates were decreased with increasing water depth.

**Table 3.** Numbers (N) and biomass (W, g) of total catch ( $C_t$ ), discard ( $D$ ) and discard rates ( $D_r$ ) for depth strata

Depth (m)	Total catch ( $C_t$ )		Discard ( $D$ )		Discard rate ( $D_r$ )	
	N	W	N	W	N	W
0-14	578	28201	91	7210	0.157	0.256
15-29	585	33075	80	6471	0.137	0.196
30-49	722	40332	50	4413	0.069	0.109
50 $\geq$	621	32121	35	3171	0.056	0.099
<b>Total</b>	<b>2506</b>	<b>133729</b>	<b>256</b>	<b>21265</b>	<b>0.102</b>	<b>0.159</b>

### Influence of seasons on catch composition, commercial catch, and discard

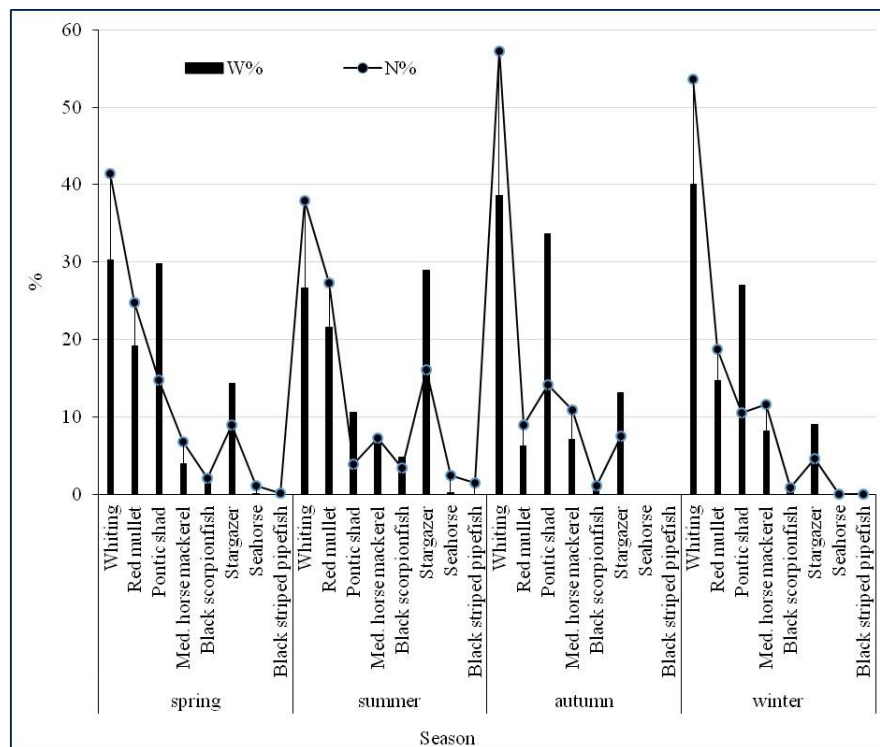
The most catch was obtained in autumn. This season was followed winter and spring, respectively. As seen in Table 4 catches of fish species were lower in summer than other seasons. Because fishing trials could have been made only June because of maintaining of fishing vessels in July and August.

**Table 4.** Contributions (N and W, g) of fish species to the total catch ( $C_t$ ), commercial catch ( $C_{im}$ ) and discard ( $D$ ) by seasons

Seasons	Species	Total catch ( $C_t$ )				Commercial catch ( $C_{im}$ )				Discard ( $D$ )			
		N	%	W	%	N	%	W	%	N	%	W	%
Spring	Whiting	299	41.4	12790	30.3	296	47.1	12704	36.3	3	3.2	86	1.2
	Red mullet	179	24.8	8079	19.1	178	28.3	8023	22.9	1	1.1	56	0.8
	Pontic shad	106	14.7	12596	29.8	106	16.9	12596	36.0				0.0
	M. horse mackerel	49	6.8	1660	3.9	49	7.8	1660	4.7				0.0
	Bl. scorpionfish	15	2.1	1080	2.6					15	16.1	1080	14.8
	Stargazer	65	9.0	6045	14.3					65	69.9	6045	82.9
	Seahorse	8	1.1	25	0.1					8	8.6	25	0.3
	Bl.striped pipefish	1	0.1	1	0.0					1	1.1	1	0.0
<b>Total</b>	<b>722</b>	<b>100</b>	<b>42276</b>	<b>100</b>	<b>629</b>	<b>100</b>	<b>34983</b>	<b>100</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>7293</b>	<b>100</b>	
Summer	Whiting	78	38.0	2823	26.7	78	49.7	2823	40.5				
	Red mullet	56	27.3	2282	21.6	56	35.7	2282	32.7				
	Pontic shad	8	3.9	1120	10.6	8	5.1	1120	16.1				
	M. horse mackerel	15	7.3	748	7.1	15	9.6	748	10.7				
	Bl. scorpionfish	7	3.4	504	4.8					7	14.6	504	14.0
	Stargazer	33	16.1	3069	29.0					33	68.8	3069	85.4
	Seahorse	5	2.4	16	0.2					5	10.4	16	0.4
	Bl.striped pipefish	3	1.5	3	0.0					3	6.3	3	0.1
<b>Total</b>	<b>205</b>	<b>100</b>	<b>10565</b>	<b>100</b>	<b>157</b>	<b>100</b>	<b>6973</b>	<b>100</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	<b>3592</b>	<b>100</b>	
Autumn	Whiting	535	57.3	19229	38.6	535	62.7	19229	45.2				
	Red mullet	84	9.0	3079	6.2	84	9.8	3079	7.2				
	Pontic shad	132	14.1	16711	33.6	132	15.5	16711	39.3				
	M. horse mackerel	102	10.9	3529	7.1	102	12.0	3529	8.3				
	Bl. scorpionfish	10	1.1	720	1.4					10	12.5	720	10.0
	Stargazer	70	7.5	6510	13.1					70	87.5	6510	90.0
	Seahorse												
	Bl.striped pipefish												
<b>Total</b>	<b>933</b>	<b>100</b>	<b>49778</b>	<b>100</b>	<b>853</b>	<b>100</b>	<b>42548</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>7230</b>	<b>100</b>	
Winter	Whiting	347	53.7	12451	40.0	347	56.8	12451	44.5				
	Red mullet	121	18.7	4558	14.7	121	19.8	4558	16.3				
	Pontic shad	68	10.5	8391	27.0	68	11.1	8391	30.0				
	M. horse mackerel	75	11.6	2560	8.2	75	12.3	2560	9.2				

Bl. scorpionfish	5	0.8	360	1.2		5	14.3	360	11.4
Stargazer	30	4.6	2790	9.0		30	85.7	2790	88.6
Seahorse									
Bl. striped pipefish									
<b>Total</b>	<b>646</b>	<b>100</b>	<b>31110</b>	<b>100</b>	<b>611</b>	<b>100</b>	<b>27960</b>	<b>100</b>	<b>35</b>

As seen in Figure 2, whiting, pontic shad and red mullet contributed to the total catch in spring more than the other species. In this season, 86.6% of total discard (in biomass) consisted of stargazer. Contribution of stargazer which is a discard species, to the total catch was the highest. On the other hand, the most important commercial fish species was the whiting in the summer period. Both catches of this species and pontic shad increased in the autumn and winter periods. Figure 2 showed that the whiting and pontic shad in the autumn and winter periods and red mullet and stargazer were localized in the spring and summer periods



**Figure 2.** Contributions (W% and N%) of fish species to the total catch by seasons

Discard rate was found as 0.129 (12.9%), 0.234 (23.4%), 0.086 (8.6%) and 0.054 (5.4%) in number and 0.173 (17.3%), 0.340 (34%), 0.145 (14.5%) and 0.101 (10.1%) in biomass in the spring, summer, autumn and winter periods, respectively (Table 5). These results showed that both in number and biomass the discard rates were similar from autumn to spring. However, it was very high in the summer period. Whiting, red mullet and pontic shad from commercial species and stargazer from discarded species more than the other species contributed to total catch in the spring period.

**Table 5.** Numbers (N) and biomass (W, g) of total catch ( $C_t$ ), discard ( $D$ ) and discard rates ( $D_r$ ) for seasons

Depth	Total catch ( $C_t$ )		Discard ( $D$ )		Discard rate ( $D_r$ )	
	N	W	N	W	N	W
<b>Spring</b>	722	42276	93	7293	0.129	0.173
<b>Summer</b>	205	10565	48	3592	0.234	0.340
<b>Autumn</b>	933	49778	80	7230	0.086	0.145
<b>Winter</b>	646	31110	35	3150	0.054	0.101
<b>Total</b>	2506	133729	256	21265	0.102	0.159

On the other hand, only three whiting and one red mullet were discarded because of smaller than minimum landing size (MLS; 13 cm total length). Rest individuals of these species and all of the pontic shad and the mediterranean horse mackerel were landed to market (Table 1).

## DISCUSSION

The Black Sea is a very narrow continental shelf and very thin oxygenated upper strata and eutrophic nature, favours pelagic fishes. This is caused by the catch composition of the landings, in which small pelagic fish more than 90% of the total catch (Gücü, 2012). Although pelagic fish species such as *Engraulis encrasicolus*, *T. mediterraneus*, *Sprattus sprattus* etc. are caught mostly with purse seine and otter trawl, in the catching of benthic fish species are used commonly bottom trawl, gillnets and trammel nets in the south-east Black Sea. The catch amount obtained by small-scale fishing is less than that of large-scale fishing. A number of fishing boats and fishermen in small-scale fisheries are quite high. Therefore, gillnet and trammel net fisheries are very important in the south-eastern Black Sea. The importance of gillnet and trammel net fishing has increased because of the prohibition of fishing by trawl in this region. Because nearly all of the bottom fish species catch has been caught by gillnets and trammel nets.

Although the Black Sea is inhabited by 187 species (Yankova et al., 2014), during our study only eight fish species were sampled by experimental gillnets. In terms of biomass, 35.4% of the total catch consisted of whiting. The second most abundant fish species was red mullet (29%). These species were followed by stargazer, mediterranean horse mackerel and black scorpionfish, respectively. Knudsen et al. (2010) indicated that whiting is a dominant species in the littoral zone of the south-eastern Black Sea. Similarly, Zengin (2000), Kara et al. (1991), İşmen and Bingel (1995) and Bingel et al. (1996) reported that 65-70% of the benthic and benthopelagic macrofauna biomass consisted of whiting in this part of the Black Sea. In recent years, small-scale fisheries in the south-eastern Black Sea depend on only whiting, red mullet and mediterranean horse mackerel fishing. Especially the whiting is the most important fish species for gillnet fisheries. Since the whiting reaches reproductive maturity at two years age (İşmen and Bingel, 1995; Bingel et al., 1996; Genç, 2000), lays eggs almost throughout the whole year, and has potential for rapid growth, the stock reproduces and regenerates quickly. The whiting stock is, therefore, more resilient to fishing pressure than sturgeon and turbot, which have longer life spans and later reproductive maturity (Knudsen et al., 2010).

In the shallow waters varying between 0-14 m depth, red mullet and mediterranean horse mackerel were mostly caught. However, catches of both species were also decreased gradually with increasing water depth. In the between 15-29 m and in the deeper waters mostly caught whiting and pontic shad. It is understood from these results that red mullets prefer the coastal areas especially during water temperature increased. According to Knudsen et al. (2010), they live at different depths during the year, depending on the fluctuations in water temperature. From late spring and throughout the summer red mullets prefer shallow coastal waters where they reproduce. During this period red mullets are caught with beach seines, gillnets, and small trawls. Red mullet is more intensively fished from September through April when 96% of the total catch is taken, primarily by trawlers.

The horse mackerel is a migratory species distributed in the whole Black Sea (Ivanov and Beverton, 1985). Actually, it is a pelagic fish species that it likes to live in the waters close to the surface. In our study was determined that this species was mostly caught in waters at a depth of 0-14 m. Its catch decreased with the increase of water depth, and even it was never caught in waters deeper than 50 m.

It is known well that in the south-eastern Black Sea the whiting is one of the most abundant species among the benthic fishes. It does not undertake distant migrations, spawning mainly in the cold season within the whole habitat area. The whiting produces pelagic juveniles, which inhabit the upper 10 m water strata for about a year. The adult whiting is cold-living, preferring temperatures 6-10° C. It occurs all along the shelf, dense commercial concentrations are formed by 1-3 year old fishes in the water down to 150 m depth, most often at 60-120 m depths. In the vicinity of the southern coast of the Black Sea whiting concentrations are more stable (Daskaalov and Rätz, 2011). This information was agree with the results of our study. In our study, the catch amount of this species was found very low in the waters shallower than 15 m. Its catch increased significantly in the waters varying depth between 15 and 29 m and this increase lasted up to 50 m $\geq$  depth. Erdem et al. (2007) reported similar

results in the coast of Samsun. Whiting catch was higher for fishing conducted in the waters deeper than 50 m. Similarly, Çiloğlu et al. (2002) reported that no catch was obtained in waters of 15 m depth in the coast of Trabzon. However, 16, 65.7 and 71.8% of total catch were caught in the 35, 60 and 80 m depths, respectively. Both the results of our study and the results of the studies cited above showed that the whiting doesn't prefer living in the waters shallower than 15 m. Therefore, the whiting nets should be set in waters deeper than 15 m. In addition, when these results are compared with our study results, it was understood that the rate of whiting obtained from shallow waters were higher in the coast of Fatsa than those of Samsun and Trabzon coasts.

Most pontic shad were caught in the depths of 30-49 m. Move away from this depth, catch of this species decreased. Even, it was never caught at depths between 0-14 m in the summer and winter periods and between 15-29 m in the summer period. Ak et al. (2012) reported that this species was sampled coast of Trabzon in depth between 40 and 60 m during winter and spring. Pontic shad migrate to brackish waters and rivers to spawn (Polat and Ergün, 2008) and they are found in large scholars around the river mouth and in the middle waters. In our study region, there are many rivers and two of them (Bolaman and Elekçi rivers) flow into our study area. Catch of pontic shad may be positively affected especially in the spawning season because of this situation.

In terms of seasonal, the spring catch consisted of mostly the whiting, pontic shad, and red mullet, respectively. Especially, the catch of pontic shad decreased significantly in summer. Contribution of the whiting and pontic shad increased during the autumn and winter seasons. Of commercial fish species, contributions of whiting to the total catch were the highest in all seasons. Except for summer, this species was followed by pontic shad and red mullet, respectively. However, the most catch was obtained in autumn and winter for whiting and pontic shad, in spring and summer for red mullet. As indicated by Knudsen et al. (2010), excluding the summer period, whiting in the south-eastern Black Sea yields abundant catch throughout the year. This species is a cold water fish and its seasonal vertical distribution depends on the sea water temperature. During the summer, when the water temperature rises in the southern Black Sea, the whiting population passes to deep waters at and below the thermocline strata (30-40 m) that has a constant water temperature (in general 7.5-8.5 C). The catch of red mullet was very low especially during the autumn. This species prefers shallow coastal waters from late spring and throughout the summer and during this period red mullets are caught with beach seines, gillnets and small trawls (Knudsen et al., 2010). Genç (2002) reported similar results. According to Genç (2002), red mullet migrates into shallow waters toward spring and they are caught by gillnets in this season. May is season the most catch obtained by small fishing boats. The results of our study were similar to these results reported. As reported by Aydın et al. (2008), spawning season was summer for this species in the south-eastern Black Sea and they migrate to the shallow waters in this period. On the other hand, contrary to the results of our study was indicated by Knudsen et al. (2010) red mullet is more intensively fished from September through April when 96% of the total catch is taken, primarily by trawlers. Most mediterranean horse mackerel catch was obtained in autumn. Catch of this species decreased gradually from this season to summer in the South-eastern Black Sea. Spring and summer catches were very low and similar to each other. Ivanov and Beverton (1985) reported that this species in spring migrates to the north for reproduction and feeding. In summer they are distributed preferably in the shelf waters above the seasonal thermocline. In the autumn it migrates towards the withering grounds along with the Anatolian and Caucasian coasts migration. According to Demir (1958), the horse mackerel winter at a depth ranging between 20 and 90 m off Crimea and between 20 and 60 m off the Caucasian coasts. Depending on water temperature, feeding migration starts in mid-April or towards the end of that month. This species is one of the most important fish species in the Black Sea and it is caught mostly by purse seine and otter trawl. In addition, it is also caught by gillnets and trammel nets using in small scale fisheries. Therefore, it is an important income source for small-scale fishing in the Black Sea coast of Turkey.

In multispecies fisheries where a catch complex rather than a single species is targeted, it is a common feature for fishers to take into account the outcome of the catch in terms of species composition, sizes, and abundances to decide what will be discarded. Thus, when catches of the primary commercial species are not satisfactory, species and sizes of the lower commercial value are retained to a higher degree (Tsagarakis et al., 2013). The annual discard rate in biomass was determined as 15.8%. Several studies for example in the C. Aegean 5.1% (Stergiou et al., 2002), in

brackish water of Australia 6.2% (Gray et al., 2005), in the Tabarca Marine Reserve 4.1% (Forcada et al., 2010) and Patraikos Gulf 10% (Tzanatos et al., 2007) discard rates reported lower values for gillnets and trammel nets. However, certain net fisheries present higher discard rates. Examples are gillnets for hake in the Ionian Sea [29.5%; 43] as well as trammel-nets for prawns in Izmir Bay (Gokçe and Metin, 2007) and in Rize coast of the Black Sea 17.98% (Kalaycı and Yeşilçiçek, 2014) and common spiny lobster (*Palinurus elephas*) in Tunisia and Spain (Quetglas et al., 2004) where discards may exceed 40%. The differences in the results (discard rates) can be attributed to the species compositions resulting from regional differences, technical characteristics of nets and fishing strategies. The results of the study showed that black scorpionfish and stargazer were the major discarded species caught by the 32 mm and larger mesh sized bottom gillnets in the south-eastern Black Sea, because of their morphological structure or being more abundant in these fishing grounds. Rest individuals of these species and all of the pontic shad and the mediterranean horse mackerel were landed to market (Table 1). The number of other discard species was very low. Individuals of commercial fish species which are whiting, red mullet and pontic shad under minimum landing size (MLS) (13 cm total length) represented very low rates in total catch. On the other hand, as indicated by Koca (1997), black scorpionfish is of commercial interest and is an important artisanal species in the Black Sea. But it is not evaluated enough by fishermen because of the difficulty in removing the poisonous thorns. Reducing the catching of these species, it may be possible by prohibition fishing with gillnets in the summer period or in shallow waters. In this context, it can be argued that discard rates for benthic fishes as black scorpionfish and stargazer may cause negative effects on the populations of these species. However, reducing these discard rates can be achieved by prohibiting seasonal and by selectivity studies. In addition, it could be said that considering implemented current landing size for whiting, red mullet and mediterranean horse mackerel (13 mm total length) the use of gillnets having mesh sizes of  $32 \text{ mm} \geq$  in the south-eastern Black Sea doesn't cause discard on these fish species.

The discard rate decreased gradually with increasing water depth (from 0-14 m to 50 m  $\geq$ ). This fluctuation may be attributed to a high catch of stargazer in the shallow waters. Seasonally, it was the highest in summer and the least in winter. The most important reason may be increasing in the catch of stargazer and decreasing in the catch of commercial fish species in the summer period. Contrary to the summer period, the low discard rate in the winter period can be explained with decreasing of discarded species and increasing of commercial species in the winter catch.

## CONCLUSION

Whiting, red mullet, pontic shad, and mediterranean horse mackerel were commercial fish species caught by gillnets in the fisheries conducted in the south-eastern Black Sea. Of these species, mediterranean horse mackerel in waters shallower than 15 m, red mullet in waters shallower than 30 m were mostly caught, while whiting and pontic shad were caught mostly in waters deeper than 15 m. Seasonally, whiting and pontic shad from autumn to the end of spring, red mullet from winter to summer, mediterranean horse mackerel in the autumn and winter periods were mostly caught.

Depth was verified as a significant factor affecting the size of the discard; very high discard at depths shallower than 30 m. However, the discard does not follow a linear decrease towards deeper strata. Similarly, the discard rate was importantly affected by water temperature. Although it was very high in the summer period, it gradually reduced from summer to winter.

**Acknowledgements:** This study was supported by the Scientific Research Fund of Ordu University with project number TF-1225. I am grateful to Taner Topçu for all of his and help throughout the data collection.

## REFERENCES

- Ak, O., Kutlu, S., & Aydın, İ. (2012). Trabzon Kıyılarında (Doğu Karadeniz) Dip Trolü İle Avlanan Balık Faunası Üzerine Bir Araştırma. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1-2), 380-388.
- Aydın, I., Gökçe, G., & Metin, C. (2008). The effects of netting twine on discard rates of commercial red mullet gillnets in Izmir Bay. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 373-376.



- Berkes, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R. C. & Pomeroy, R. S. (2001). *Managing small-scale fisheries: Alternative Directions and Methods*. International Development Research Centre, Ottawa.
- Bingel, F., Gücü, A. C., Stepnowski, A., Niermann, U., Mutlu, E., Avşar, D., & Kıdeys, A. E. (1996). *Stock assessment studies for the Turkish Black Sea coast*. METU Institute of Marine Sciences/Fisheries Research Institute, Erdemli, Trabzon.
- Chuenpagdee, R. (2011). *World small-scale fisheries: contemporary visions*. Eburon Academic Publishers, Delft, pp. 400.
- Chuenpagdee, R., Liguori, L., Palomares, M. L. D., & Pauly, D. (2006). *Bottom-up global estimates of small-scale marine fisheries catches*. Fisheries Centre Research Reports 14(8), Fisheries Centre University of British Columbia, Canada.
- Çiloğlu, E., Şahin, C., Gözler, A. M., & Verep, B. (2002). Mezgit Balığının (*Merlangius merlangus euxinus* Nordmann 1840) Doğu Karadeniz Sahillerinde Vertikal Dağılımı ve Toplam Av İçindeki Oranı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19 (3-4), 303-309.
- Daskalov, G. & Rätz, H-J. (2011). *Assessment of Black Sea Stocks (STECF-OWP-11-06)*. In: Daskalov, G. H-J. Rätz, H-J. (Eds.), *Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF)*. JRC Scientific and Technical Reports, 213 p.
- Davies, R.W.D., Cripps S.J., Nickson A., & Porter, G. (2009). Defining and Estimating Global Marine Fisheries Bycatch. *Marine Policy*, 33, 661-672.
- Demir, S. (1958). Karadeniz Populasyonuna Ait Sarıkuyruk İstavrit Balığı *Trachurus mediterraneus* LUTKEN 1880'nin Yumurta ve Larvalarının Morfolojik Hususiyetleri Hakkında. *Hidrobiyoloji Mecmuası*, 4 (3-4), 317-320.
- Erdem, Y., Özdemir, S., Erdem, E., & Birinci Özdemir, Z. (2007). Dip Trolü ile İki Farklı Derinlikte Avlanan Mezgit (*Merlangius merlangus euxinus* N. 1840) Balığının Av Verimi ve Boy Kompozisyonunun Değişimi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-4 (5-8), 435-445.
- Forcada, A., Valle, C., Sainchez-Lizaso, J. L., Bayle-Sempere, J. T., & Corsi, F. (2010). Structure and spatio-temporal dynamics of artisanal fisheries around a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science*, 67, 191-203.
- Genç, Y. (2000). *Türkiye'nin Doğu Karadeniz Kıyılarındaki Barbunya (Mullus barbatus ponticus, ESS. 1927) Balığının Biyokolojik Özellikleri ve Populasyon Parametreleri*. Trabzon Marine Research Faculty, Karadeniz Technical University, Trabzon.
- Genç, Y. (2002). *Doğu Karadeniz'deki av gücünün demersal balık stokları üzerine etkisinin tespiti*. Report TAGEM/IY/97/17/03/006, Trabzon Central Marine Research Institute, Trabzon.
- Gökçe, G., & Metin, C. (2007). Landed and discarded catches from commercial prawn trammel net fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 543-546.
- Gray, C. A., Johnson, D. D., Broadhurst, M. K., & Young, D. J. (2005). Seasonal, spatial and gear-related influences on relationships between retained and discarded catches in a multi-species gillnet fishery. *Fisheries Research*, 75, 56-72.
- Gücü, A. C. (2012). *Small pelagic fish and fisheries in Turkey*. In: Tokaç, A., Gücü, A. C. Öztürk, B. (eds), *The State Of The Turkish Fishes*. p.1, Publication Number 35, Published by Turkish Marine Research Foundation, Istanbul.
- İşmen, A., & Bingel, F. (1995). *Karadeniz'in Türkiye Kıyılarındaki Mezgit (Merlangius merlangus euxinus) Balığının Biyolojisi ve Populasyon Parametreleri*. METU Erdemli Marine Research Department, Erdemli.
- Ivanov, L., & Beverton, R. J. H. (1985). *The fisheries resources of the mediterranean*. Part II, Black Sea, FAO Studies and Reviews, No. 60.
- Johansen, J. P., & Eliassen, S. (2011). Solving complex fisheries management problems: What the EU can learn from the Nordic experiences of reduction of discards. *Marine Policy*, 35, 130-139.
- Kalaycı, F. & Yeşilçiçek, T. (2014). Effects of Depth, Season and Mesh Size on the Catch and Discards of Whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) Gillnet Fishery in the Southern Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 449-456.
- Kara, Ö. F., Kaya, M., Benli, H. A., & Mater, S. (1991). *The productivity and hydrographic properties of the trawl areas of the Middle and Eastern Black Sea*. In: Güven, K.C. (ed.), *Proceeding of the Black Sea Symposium, the Black Sea Foundation for Education, Culture and Protection of Nature*. pp. 205-222, İstanbul.
- Kelleher, K. (2005). *Discard in the World's Marine Fisheries*. FAO Technical Paper No. 479, 131 pp.
- Knudsen, S., Zengin, M., & Koçak, M.H. (2010). Identifying drivers for fishing pressure. A multidisciplinary study of trawl and sea snail fisheries in Samsun, Black Sea coast of Turkey. *Ocean and Coastal Management*, 53, 252-269.

- Koca, H. (1997). *A research on the determination of some parameters of Scorpion fish (Scorpaena porcus Linnaeus, 1758) caught by bottom nets in the area of Sinop from the viewpoint of fishery biology*. Science and Engineering, Ondokuz Mayıs University, Sinop.
- Lewison, R. L., Crowder, L. B., Read, A. J., & Freeman, S. A. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends in Ecology and Evolution*, 19, 598-604.
- Matsuoka, T. (1999). *Sampling and estimation of discards in multi-species fisheries*. In: Nolan, C. P. (ed.), The Int. Conf. Integrated Fish. Monitoring, p. 197, FAO, Rome.
- Moore, J. E., Cox, T. M., Lewison, R. L., Read, A. J., Bjorkland, R., McDonald, S. L., & Crowder, L. B. (2010). An interview-based approach to assess marine mammal and sea turtle captures in artisanal fisheries. *Biological Conservation*, 143, 795-805.
- Mora, C., Myers, R. A., Coll, M., Libralato, S., Pitcher, T. J., Sumaila, R. U., & Zeller, D. (2009). Management effectiveness of the world's marine fisheries. *PLoS Biology*, 7 (6), 1-11.
- Murawski, S. A. (1994). Factors Influencing By-catch and Discard Rates: Analyses from Multispecies/Multifishery Sea Sampling. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 19, 31-39.
- Parker, P. W. R., & Tyedmers, P. H. (2014). Fuel consumption of global fishing fleets: current understanding and knowledge gaps. *Fish and Fisheries*, doi: 10.1111/faf.12087.
- Polat, H., & Ergün, H. (2008). Karadeniz'in Pelajik Balıkları. *SÜMAE YUNUS Araştırma Bülteni*, 8, 1-5.
- Quetglas, A., Gaamour, A., Renones, O., Missaoui, H., Zarrouk, T., Elabed, A., & Gonç, R. (2004). Common spiny lobster (*Palinurus elephas* Fabricius 1787) fisheries in the western Mediterranean: a comparison of Spanish and Tunisian fisheries. *Bolleti de la Societat d'Historia Natural de les Balears*, 47, 63-80.
- Shester, G. G., & Micheli, F. (2011). Conservation challenges for small-scale fisheries: Bycatch and habitat impact of traps and gillnets. *Biological Conservation*, 144, 1673-1681.
- Soykan, M., Zydalis, C., & Safina, L. (2008). Why study bycatch? An introduction to the theme section on fisheries bycatch. *Endangered Species Research*, 5, 91-102.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessment Part 1*. Manual, FAO Fisheries Technical Paper No. 306.1, Rev. 2, Rome.
- Stergiou, K. I., Moutopoulos, D. K., & Erzini, K. (2002). Gill net and longlines fisheries in Cyclades waters (Aegean Sea): species composition and gear competition. *Fisheries Research*, 57, 25-37.
- Teh, L. C. L., & Sumaila, U. R. (2013). Contribution of marine fisheries to worldwide employment. *Fish and Fisheries*, 14, 77-88.
- Tsagarakis, K., Palialexis, A., & Vassilopoulou, V. (2013). Mediterranean fishery discards: review of the existing knowledge. *ICES Journal of Marine Science*, 5, 1-16.
- Tzanatos, E., Somarakis, S., Tserpes, G., & Koutsikopoulos, C. (2007). Discarding practices in a Mediterranean small-scale fishing fleet (Patraikos Gulf, Greece). *Fisheries Management and Ecology*, 14, 277-285.
- Yankova, M., Pavlov, D., Ivanova, P., Karpova, E., Boltachev, A., Öztürk, B., & Bat, L. (2014). Marine fishes in the Black Sea: recent conservation status. *Mediterranean Marine Science*, 15 (2), 366-379.
- Zengin, M. (2000). *Türkiye'nin Dogu Karadeniz Kıyılarındaki Kalkan (Scopthalmus meaoiticus Palas, 1811) Balığının Biyokolojik Özellikleri ve Populasyon Parametreleri*. Marine Science Faculty, Karadeniz Technical University, Trabzon.

## Tatların Baraj Gölündeki Su Kirliliğinin *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* Türlerine Genotoksik Etkisinin Mikronükleus Testi ile Belirlenmesi

Selen KUTOĞLU<sup>ID</sup>, Erdoğan ÇİÇEK\*<sup>ID</sup>

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 50300 Nevşehir, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [erdogancicek@nevsehir.edu.tr](mailto:erdogancicek@nevsehir.edu.tr)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 03 Ağustos 2019; Kabul 24 Ekim 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Kutoğlu, S., & Çiçek, E. (2020). Tatların Baraj Gölü'ndeki su kirliliğinin *Carassius gibelio* ve *Carassius auratus* türlerine genotoksik etkisinin mikronükleus testi ile belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 94-98. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.601087>

### Özet

Bu çalışma Tatların Baraj Gölünün fiziko-kimyasal özelliklerini ortaya koymak ve kirliliğin balıklar üzerine genotoksik etkisini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışma Nisan 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında aylık periyotlarla yürütülmüştür. Ölçümü yapılmış olan fizikokimyasal parametrelere ait yıllık ortalama değerlerden; su sıcaklığı 15,5 °C, çözülmüş oksijen 6,44 mg/L, elektriksel iletkenlik 622,9 µmho/cm, toplam çözülmüş madde 0,519 mg/L, tuzluluk 0,40 mg/L, pH 10,67, nitrit 0,77 mg/L, nitrat 1,14 mg/L, amonyak 2,67 mg/L, amonyum 1,54 mg/L, potasyum 17,56 mg/L, sülfat 63,7 mg/L, flor 0,57 mg/L, klor 48,23 mg/L, askıda katı madde 44,75 mg/L, sertlik 10,82 mg/L, CaCO<sub>3</sub> 195,67 mg/L, fosfat 2,96 mg/L, kimyasal oksijen ihtiyacı 74,05 mg/L ve biyolojik oksijen ihtiyacı 12,5 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda barajın Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği kirlilik sınıflamasına göre “çok kirli sular” kategorisine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Kirli suya sahip baraj gölünde yaşayan *Carassius gibelio* ve *C. auratus* bireylerine ait mikronükleus frekansları ile kromozom anomalilerinden tomurcuklu nükleus, çentikli nükleus, loblu nükleus ve binükleus frekansları belirlenmiştir. Barajda yaşayan *C. gibelio* ve *C. auratus* türlerinin eritrositlerinde mikronükleus frekansı sırasıyla 6,12±3,61 ve 5,57±2,3 olarak belirlenmiş olup bu sonuçlara göre su kirliliğinin balıklar üzerinde genotoksik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** *Carassius gibelio*, *Carassius auratus*, genotoksisite, Nevşehir

### Determination of the Genotoxic Effect of Water Pollution on *Carassius gibelio* and *Carassius auratus* by Micronucleus Test in Tatların Dam Lake

#### Abstract

This study was conducted to identify physico-chemical features of water of Tatların Dam Lake and if water pollution is intended to reveal the genotoxic effect on aquatic fish. This study carried out from April 2013 to May 2014 by monthly intervals. The measured physicochemical parameters were given as following: for Tatların Dam Lake: water temperature 15.5 °C, dissolved oxygen 6.44 mg/L, conductivity 622.9 µmho/cm, total dissolved solution 0.519 mg/L, salinity 0.40 mg/L, pH 10.67, nitrite 0.77 mg/L, nitrate 1.14 mg/L, ammonia 2.67 mg/L, ammonium 1.54 mg/L, potassium 17.56 mg/L, sulphate 63.7 mg/L, fluorine 0.57 mg/L, chlorine 48.23 mg/L, suspended solids 44.75 mg/L, hardness 10.82 mg/L, CaCO<sub>3</sub> 195.67 mg/L, phosphate 2.96 mg/L, chemical oxygen demand 74.05 mg/L, biological oxygen demand 12.5 mg/L. According to the results, it was identified that Tatların Dam Lake which, according to the classification of Water Pollution Control Regulation is said to be very close to the polluted waters category. Micronucleus frequency was found to be 6.12±3.61 in *C. gibelio* and was found to be 5.57±2.34 in *C. auratus* in Tatların Dam Lake. The water pollution in Tatların Dam Lake can say that showed genotoxic effects.

**Keywords:** *Carassius gibelio*, *Carassius auratus*, genotoxicity, Nevşehir

### GİRİŞ

Sucul ortamlar çoğunlukla insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan etmenler nedeniyle kirlenmekte ve kirlilik tehdidi günden güne artış göstermeye devam etmektedir. Kirlenen sularda bulunan canlıların yaşamsal faaliyetleri de doğrudan veya dolaylı olarak etkilenmektedir. Stahl (1991) endüstriyel atık suların %30'unun genotoksik kimyasallarla kirlendiğini belirtmiştir (Tucker ve Preston, 1996). Günümüzde bu durumun çok yüksek seviyelere ulaşmış olduğunu tahmin etmek zor değildir.

Yağmur suları atmosferi temizlemekte ve bunun bir sonucu olarak bu yağmur suları çözünmüş asitler ve organik bileşikler ile birlikte bakır, kurşun, cıva vb. gibi ağır metalleri de bünyesinde almaktadır. Nehirler, akarsular ve göller gibi suların toplandığı rezervuarlar yağmur sularının birikmesi ile kirlenmektedir.

Tarımsal faaliyetler sonucu suya patojenler, besin maddeleri, herbisit, pestisitler vb. gibi kimyasallar karışarak su kaynaklarını kirletmektedir. Kümes ve ahır gibi küçük bir alanda çok sayıda hayvan yetiştirilmesi sonucu birim alana düşen hayvan artıklarının miktarı normal sınırı aşarak patojenlerin birikmesine ve bunların suya karışmasına sebep olmaktadır (Gross vd., 1998).

Kentsel yüzeysel akış dünyanın çoğu yerinde su kirliliğinin başlıca sebeplerinden biridir. Bu yüzeysel akış sular patojenler, hidrokarbonlar (PAH içeren), pestisitler, ağır metaller (kadmiyum, bakır, krom, kurşun, çinko ve demir içeren) içeren toksinleri ihtiva ederler (Walker vd., 1999; Hwang ve Foster, 2006; Stein vd., 2006; Markiewicz-Patkowska vd., 2005; Rocher, 2004).

Temizlik maddeleri, kozmetik ürünler, deodorantlar, dezenfektanlar, ev ve bahçede kullanılan pestisitler, ilaçlar, boya ve boya ürünleri, koruyucular ve sabunlar gibi ev ve kişisel bakım ve temizlikte kullanılan ürünlerin içerdiği kimyasal maddeler de suya karışarak su kirliliğine sebep olmaktadır (Hathaway, 1980).

Genetik toksikoloji, kimyasallar ve radyasyonun kalıtsal materyaller, DNA ya da hücreler üzerindeki toksik etkilerini incelemekte olup mikronükleus formasyon, kromozomal anormallikler, kromozomal aneuploidiler ve memeli hücrelerindeki morfolojik ve neoplastik transformasyonlar, kimyasal karsinojenler ve bunların onkogenleri aktivasyonu, tümör supresör genlerindeki kötü huylu mutasyonları incelemektedir (Landolph, 2014). Mikronükleus, 19. yüzyılın sonunda Howell ve Jolly'nin, kedilerden ve sıçanlardan alınan kanda küçük inklüzyonları bulmasıyla tanındı. Howell-Jolly cisimleri olarak adlandırılan küçük inklüzyonlar, şiddetli anemi hastalarının periferik kanın eritrositlerinde de görülmektedir (Hayashi, 2016).

Mikronükleus testi, *in vivo* ve *in vitro* olarak uygulanabilen bir test olmakla beraber sitogenetik hasarı tespit etmede, kromozom analizlere kıyasla kolay uygulanabilmesi, daha fazla hücre sayımı yapılması ve istatistiki açıdan daha anlamlı sonuç elde edilmesi gibi avantajlardan dolayı kullanım alanı yaygındır (Şekeroğlu ve Atlı-Şekeroğlu, 2011).

Tatların Barajı hemen hemen her yaz döneminde toplu balık ölümleri ile gündeme gelmektedir. Baraj gölünün suyunda kirlilik yükü oldukça yüksek olup hemen hemen her yıl alg patlaması yaşanmakta ve ötrofikasyona bağlı balık ölümleri sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle söz konusu tez çalışması ile Tatların Barajı'nın yıl boyunca aylık olarak su kalitesi parametrelerinin belirlenerek kirliliğin balıklar üzerine etkilerinin ortaya konması amacıyla mikronükleus analizi yapılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Tatların Barajı (38°37'2,18'' K-34°29'30,91'') Nevşehir ilinde, Derinöz Çayı üzerinde, sulama amaçlı olarak 1964-1966 yılları arasında inşa edilmiştir. Bu çalışma Nisan 2013-Mayıs 2014 tarihleri arasında aylık olarak gerçekleştirilmiş olup göl suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlenmiştir. Yüzeysel su sıcaklığı (°C), pH, çözünmüş oksijen miktarı (mg/l), tuzluluk ve elektriksel iletkenlik değerleri YSI Professional Plus model multiparametre ile yerinde ölçülmüştür. Diğer analizler için ise temiz pet şişeler içerisine bir litre yüzeyden su numunesi alınarak Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Analizler kitler (Hach Lange) kullanılarak Masa Tipi Vis Spektrofotometre (Hach Lange marka DR 3900 RFID) ile yapılmıştır. Barajın su kalitesi ölçülen kirlilik parametrelerinin değerlendirilmesi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY)'ne göre yapılmıştır (SKKY, 2004).

Balık örnekleri 18, 24, 32, 36, 44, 60 ve 70 mm göz açıklığına sahip 100 m uzunluğunda galsama ağlar kullanılarak profesyonel balıkçılar yardımıyla temin edilmiştir. Canlı haldeki balıkların kuyruk kısmından, heparinli enjektörlere çekilerek, kan alındıktan sonra balıklar göle salıverilmiştir. Alınan numuneler testler yapılncaya kadar +4°C'de soğutucuda saklanmıştır.

Periferik eritrositlerin incelenmesi amacıyla alınan her bir kan numunesinden üçer adet yayma preparat hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlar havada kurutulduktan sonra %95'lik etanolde 20 dk. süresince fikse edilmiştir. Fikse edilen preparatlar tekrar havada kurutulduktan sonra %5'lik Giemsa solüsyonunda 20 dk. süre ile boyanmıştır. Boyama işleminden sonra preparatlar, saf sudan geçirilerek

fazla boyanın uzaklaştırılması sağlandıktan sonra, mikroskop altında değerlendirmeye alınmışlardır. Her preparattan 1000 hücre sayılarak mikronükleus değerlendirmesi yapılmıştır.

Morfolojik nükleus düzensizlikleri periferik yayma ile Carrasco vd. (1990) göre; çentikli nükleus, tomurcuklu nükleus, loblu nükleus ve binükleus olmak üzere başlıca dört grup altında toplanarak değerlendirilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Tatların Baraj fiziko-kimyasal özelliklerin aylık değişimi Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Tatların Baraj Gölü Bazı Su Kalitesi Parametreleri

Ölçülen Parametreler	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekin	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Ortalama±Std Sapma
Hava Sıcaklığı (°C)	18	24	28	23	23	20	6	14	-6	10	13	13	15,5±8,97
Su sıcaklığı (°C)	12,5	19,5	23,1	22,7	21,6	19,1	11,4	8	2,5	5,2	9,2	7,5	13,53±7,32
Çözülmüş Oksijen (mg/L)	7,13	6,94	6,22	5,39	4,91	4,48	5,97	6,23	7,96	7,55	7,32	7,18	6,44±1,09
Elektriki İletkenlik (µS/cm)	582	602	689	712	703	687	630	605	542	493	626	604	622,9±66,84
TÇM (mg/L)	0,49	0,44	0,47	0,48	0,49	0,50	0,55	0,58	0,53	0,51	0,58	0,59	0,52±0,05
Tuzluluk (mg/L)	0,38	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,42	0,44	0,43	0,39	0,44	0,45	0,40±0,04
pH	10,7	10,9	11,1	11,1	10,6	10,4	10,4	10,2	10,2	10,2	10,1	10,7	10,57±0,36
Nitrit (mg/L)	1,24	0,13	0,08	0,05	0,05	0,08	0,03	0,29	1,12	1,96	3,98	0,26	0,77±1,19
Nitrat (mg/L)	1,26	0,84	0,86	0,55	0,53	0,51	0,56	1,24	1,25	1,27	3,16	1,61	1,14±0,74
Amonyak (mg/L)	1,2	1,01	0,5	0,46	0,55	0,61	4,63	6,63	4,72	3,97	5,45	2,27	2,67±2,27
Amonyum (mg/L)	0,33	0,22	0,07	0,05	0,08	0,09	3,76	3,41	3,23	3,12	2,81	1,26	1,54±1,58
Potasyum (µg/L)	12,6	10,4	17,1	12,9	13,3	15,6	23,8	30,4	22,7	18,8	17,6	15,5	17,56±5,69
Sülfat (mg/L)	90,7	65,3	63,5	51,2	57,9	63,8	70,1	62,4	58,2	54,8	65,3	61,2	63,7±9,92
Florür (µg/L)	0,37	0,31	0,75	0,65	0,54	0,59	0,51	0,67	0,69	0,69	0,65	0,38	0,57±0,15
Klor (mg/L)	46,7	39,8	29,9	33,6	39,9	43,3	65,6	56,9	55,4	54	57,6	56,1	48,23±10,99
AKM (mg/L)	73	79	46	31	29	26	30	29	30	35	59	70	44,75±19,96
Sertlik (Fransız)	9,2	9,5	8,87	8,63	9,27	9,93	11,7	12,6	12,4	12,1	12,1	13,5	10,82±1,73
CaCO <sub>3</sub> (mg/L)	198	169	158	154	170	177	209	225	217	216	215	240	195,67±28,8
Fosfat (mg/L)	1,36	1,21	1,14	1,23	1,77	1,94	4,21	4,51	4,26	3,9	5,08	4,92	2,96±1,63
KOİ (mg/L)	83,4	81,1	58,3	62,8	66,4	71,7	92,9	58	68,7	76,8	87,3	81,23	74,05±11,49
BOİ (mg/L)	16	22	17	9	8	6	14	32	6	5	8	7	12,5±8,14

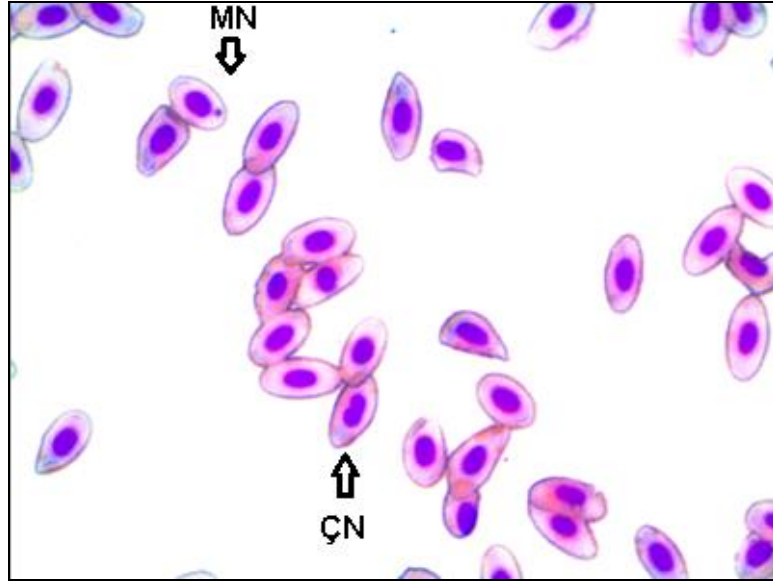
### Su Kalitesi Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Elde edilen verilerle Tatların Baraj Gölünde meydana gelen kimyasal kirliliğe neden olan etkenler araştırılmış ve su kalitesinin akuakültür için elverişli olmadığı anlaşılmıştır.

SKKY’ye göre genel olarak Tatların Barajı suyunun kirliliği olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Nitekim hemen hemen her yıl yaz aylarında toplu balık ölümlerinin yaşandığı göz önüne alınacak olursa bu ölümlerin kirlilikle bağlantılı olarak ortaya çıktığı kolaylıkla söylenebilir. Söz konusu kirliliğin evsel ve tarımsal kaynaklı olarak daha çok besleyici elementlerden kaynaklandığı, endüstriyel bir kirliliğin söz konusu olmadığı da ortaya çıkmış olmaktadır. Nitekim kış aylarında ortaya çıkan besleyici elementlerden kaynaklı kirlilik yükü iklim ve su koşullarının iyileşmesine bağlı olarak ilkbahar-sonbahar dönemlerinde alg patlamasına ve buna bağlı olarak ötrofikasyona sebep olmaktadır. Bu nedenle baraj gölüne dökülen akarsuya evsel kirlleticilerin girişinin engellenmesi veya arıtıldıktan sonra deşarjının sağlanması durumunda kirliliğin önemli ölçüde engelleneceği söylenebilir.

### Mikronükleus Analizi ve Nükleus Düzensizlikleri

Boyama yapılmış olan preparatların mikroskop altında incelenmesi sonucunda Mikronükleus (MN) frekansları ile kromozom anomalilerinden tomurcuklu nükleus (TN), çentikli nükleus (ÇN), loblu nükleus (LN) ve binükleus (BN) frekansları belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Mikronükleus (MN) ve Çentikli nükleusların (ÇN) görünümü

Tatların Baraj Gölü'ndeki *Carassius gibelio* ve *C. auratus*'a ait Mikronükleus (MN) frekansları ile kromozom anomalilerinden tomurcuklu nükleus (TN), çentikli nükleus (ÇN), loblu nükleus (LN) ve binükleus (BN) frekansları belirlenmiştir.

*Carassius gibelio*'ya ait MN, TN ve ÇN frekansları *C. auratus*'taki frekanslarla karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.22). LN ve BN frekansları ise *C. auratus*'ta *C. gibelio*'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çentikli nükleus frekansları *C. gibelio* için  $6,12 \pm 3,61$  ve *C. auratus* için ise  $5,57 \pm 2,34$  olarak hesaplanmıştır. Ergene vd. (2007) *C. garipepinus* ve *A. orontis* türlerinde bu değeri sırasıyla Akgöl'de (Mersin)  $4,75 \pm 0,08$  ve  $4,15 \pm 0,50$ , Paradeniz'de (Mersin)  $4,90 \pm 0,09$  ve  $3,45 \pm 0,87$  olarak bildirmişlerdir.

Bunun yanı sıra *C. gibelio* ve *C. auratus* için sırasıyla tomurcuklu nükleus frekansları  $3,58 \pm 1,99$  ve  $2,69 \pm 1,84$ , loblu nükleus frekansları  $1,47 \pm 0,83$  ve  $1,50 \pm 0,58$ , binükleus frekansları  $1,46 \pm 0,97$  ve  $1,60 \pm 0,89$  olarak hesaplanmıştır.

Bu farklılıkların nedeni sudaki kirlenme seviyelerinin, balık türlerinin, türlerin beslenme alışkanlıklarının, habitatların, balık davranışlarının farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ergene vd., 2007).

Tatların Baraj Gölü'ndeki oranın yüksek bulunmasının sebebi olarak suyun yüksek bir kirlilik yüküne sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim fiziksel ve kimyasal analiz verileri değerlendirildiğinde, Tatların Baraj Gölünde ortalama su sıcaklığı, TÇM, nitrit, florür ve sülfat değerlerine göre su kalitesi I. sınıftır (yüksek kaliteli su). Ortalama çözünmüş oksijen ve klorür değerleri bakımından II. sınıf (az kirlenmiş su), amonyum ve BOİ değerlerine göre de III. sınıf (kirlenmiş su), pH, nitrit, fosfat ve KOİ değerleri bakımından IV. sınıf (çok kirli su) kalite özelliği göstermiştir. Su kalitesi I-IV arasında değişim gösteren Tatların Baraj Gölü, SKKY'de belirtilen uygun su ihtiyaçları için değerlendirilebilir nitelikte olmadığı görülmektedir. Baraj gölünün su kalitesinin içme, kullanma ve akuakültür için uygun şartların olmadığı görülmektedir. Tatların Baraj Gölündeki sonuçlar bu alanda yüksek bir genotoksik kirliliğin olduğunu gözlenmektedir. Bu kimyasal kirliliğin Acıgöl ilçesi ile Tatların Baraj Gölü arasında kalan bölgedeki antropojenik ve zirai faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Benzer şekilde kimyasal maddelerle kirlenmiş tatlı su ekosistemlerinde MN frekanslarında önemli artışlar olduğu; bu artışlara *Barbus plebejus* (Minissi vd.,

1996), *Salmo trutta* (Sanchez-Galan vd., 1998) ve *Carassius* sp. (Hayashi vd., 1998) gibi türlerde rapor edilmiştir.

Doğal balıklarda nükleus anomalilerinin sayılması kimyasalların sağlığa etki gücünü anlamak için yararlı olduğu ispatlanmıştır (Rodriguez-Cea vd., 2003). Aynı zamanda bu anomaliler balıklarda sitotoksik/genotoksik hasarın indikatörü olarak kabul edilir. Tatların Baraj Gölü'nün fazla miktarda şehirselleşmiş atıklara maruz kaldığından dolayı her iki türde çentikli nükleus oranlarının yüksek olduğu görülmektedir.

**Teşekkür:** Ayrıca bu çalışma materyallerinin Doç. Dr. Ramazan MERT'in yürütücüsü olduğu NEÜBAP-13F40 nolu BAP projesi kapsamında elde edilmiş olması nedeniyle Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine de teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Carrasco, K.R., Tilbury, K.L., & Myers, M.S. (1990). An assessment of the piscine micronucleus test as an in-situ biological indicator of chemical contaminant effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47, 2723-2136.
- Ergene, S., Çavaş, T., Çelik, A., Köleli, N., Kaya F., & Karahan, A. (2007). Monitoring of nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of three fish species from the Goksu Delta (Turkey): genotoxic damage in relation to water pollution. *Ecotoxicology*, 16, 385-391.
- Gross, M.J., Barry, D.A.J., & Rudolph, D.L. (1998). Contamination of Ontario farmstead domestic wells and its association with agriculture. 1. Results from drinking water wells. *Journal of Contaminant Hydrology*, 32, 267-293.
- Hathaway, S.W. (1980). Toxic compounds in household wastewater." U.S. EPA Report, No. EPA/600/2-80-128, Cincinnati.
- Hayashi, M. (2016). The micronucleus test-most widely used in vivo genotoxicity test. *Genes and Environment*, 38 (1), 1-18.
- Hayashi, M.T., Ueda, T., Uyeno, K., Wada, K., Kinae, N., Saotome, K., Tanaka, N., Takai, A., Sasaki, Y.F., Asano, N., Sofuni, T., & Ogima, Y. (1998). Development of genotoxicity assay systems that use aquatic organisms. *Mutation Research*, 399 (2), 217-225.
- Hwang, H.M., & Foster, G.D. (2006). Characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban stormwater runoff flowing into the tidal Anacosta River, Washington, DC. *Environmental Pollution*, 140 (3), 416-426.
- Landolph, Jr., J.R. (2014). Genetic Toxicology. Encyclopedia of Toxicology 3rd ed., Academic Press, Oxford. S. 715-725.
- Markiewicz-Patkowska, J., Hursthouse, A., & Przybyla-Kij, H. (2005). The interaction of heavy metals with urban soils: sorption behavior of Cd, Cu, Cr, Pb and Zn with a typical mixed brownfield deposit. *Environ. International*, 31(4), 513-521.
- Minissi, S., Ciccotti, E., & Rizzoni, M. (1996). Micronuclei test in erythrocytes of *Barbus plebejus* (teleostei, Pisces) from two natural environments: a bioassay for the in situ detection of mutagens in freshwater. *Mutation Research*, 367 (4), 245-251.
- Rocher, V., Azimi, S., Moilleron, R., & Chebbo, G. (2004). Hydrocarbons and heavy metals in the different sewer deposits in the "Le Marais" catchment (Paris, France): stocks, distributions and origins. *Science of the Total Environment*. 323 (1-3), 107-122.
- Sanchez-Galan, S., Linde, A.R., Izquierdo, J.I., & Garcia, V.E. (1998). Micronuclei and fluctuating asymmetry in brown trout (*Salmo trutta*): complementary methods of biomonitor freshwater ecosystems. *Mutation Research*, 412 (3), 219-225.
- Şekeroğlu, V., & Atlı-Şekeroğlu, Z. (2011). Genotoksik hasarın belirlenmesinde mikronükleus testi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 68 (4), 241-52.
- Stahl, R.G. (1991). The genotoxicity of organic compounds in natural waters and waste waters. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 22, 94-125.
- Stein, E.D., Tiefenthaler, L.L., & Schiff, K. (2006). Watershed-based sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban storm water. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25 (2), 373-385.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY). 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 25687, Tarihi: 31.12.2004.
- Tucker, J.D., & Preston, R.J. (1996). Chromosome aberrations, micronuclei, aneuploidy, sister chromatid exchanges, and cancer risk assessment. *Mutation Research*, 365, 147-159.
- Walker, W.J., McNutt, R.P., & Maslanka, C.K. (1999). The potential contribution of urban runoff to surface sediments of the Passaic River: sources and chemical characteristics. *Chemosphere*, 38 (2), 363-377.

## Growth Parameters of the Silverstripe Blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) from the Mediterranean Coast of Turkey

Kadriye ZENGİN\* , Dilek TÜRKER 

Department of Biology, Science- Art Faculty, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

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

Research Article

Received 06 August 2019; Accepted 27 November 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** Zengin, K., & Türker, D. (2020). Growth parameters of the silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) from the Mediterranean Coast of Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 99-105. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.602809>

### Abstract

Some biological aspects of silverstripe blaasop from the Turkish coast were studied in terms of morphometry age and growth. Samples were collected between December 2011 and May 2013, comprising of 100 individuals of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) from Antalya Bay. The age of each specimen was estimated based on vertebra analysis, and the age of *L. sceleratus* ranged between one and five years. Length weight relationships were calculated as  $W = 0.0102TL^{3.0118}$  and Von Bertalanffy growth function  $L_t = 79.48 (1 - e^{-0.18537(t + 0.61791)})$ . The results were discussed with data available from different studies.

**Key words:** Age, growth, silverstripe blaasop, Turkey

**Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarından Gümüş Bantlı Balon Balığı *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789)'un Büyüme Parametreleri**

### Özet

Türkiye'nin Akdeniz kıyılarından, gümüş bantlı balon balığının bazı biyolojik özellikleri, yaş ve büyüme açısından incelenmiştir. Aralık 2011-Mayıs 2013 tarihleri arasında Antalya Körfezi'nden *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) türüne ait toplamda 100 birey toplanmıştır. Her bir bireyin yaşı, omurga analizine dayanarak okunmuştur ve bu çalışmada *L. sceleratus*'un yaş aralığı I-V yıl olarak belirlenmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi  $W = 0.0102 TL^{3.0118}$  ve Von Bertalanffy büyüme fonksiyonu  $L_t = 79.48 (1 - e^{-0.18537 (t + 0.61791)})$  olarak hesaplanmıştır ve sonuçlar farklı çalışmalardan elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yaş, büyüme, gümüş bantlı balon balığı, Türkiye

### INTRODUCTION

The silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) belongs to the family Tetraodontidae; with the native range in the Indo-West Pacific Ocean (Smith and Heemstra 1986; Aydın, 2011). It inhabits tropical waters at depths ranging from 18 to 100 m, preferably on reefs (May 1986; Türker-Çakır et al., 2009). It contains Tetrodotoxin (TTX) which can cause death by muscular paralysis, respiratory depression and circulatory failure (Field, 1998; Akyol et al., 2005).

*L. sceleratus* is a Lessepsian immigrant and was first recorded in the Gökova coast of Turkey from the Eastern basin of the Mediterranean Sea on 17 February 2003 (Akyol et al., 2005). Additional some records followed from Mediterranean coast of Israel, (Golani and Levy, 2005) in the marine of Rhodes Island (SE Aegean Sea, Greek) on 21 September 2005 (Corsini et al., 2006); a single specimen from Kemer-Antalya coast (Antalya Bay, eastern Mediterranean Sea) on 18 September 2004 and another specimen was speared from Hekim Island- İzmir Bay (Aegean Sea) on 21 April 2006 (Bilecenoğlu et al., 2006); a specimen was caught in July 2005 in Heraklion Bay and another specimen was caught in December 2005 in Georgioupolis Bay (Cretan Sea) (Kasapidis et al., 2007); a single specimen in Edremit Bay (Aegean Sea) in July 2008 (Türker-Çakır et al., 2009); four specimens were caught in February 2009 in İskenderun Bay (Torcu-Koç et al., 2011); two specimens were caught from Mersin



coast (Mersin Bay, north-eastern Mediterranean Sea) on 10 November 2010 and other two specimens Konacık Harbour (İskenderun Bay northeastern Mediterranean Sea) on 29 November 2010 (Yağlıoğlu et al., 2011); in the southern gulf of Gabes, Central Mediterranean on December 2010 (Jribi and Bradai, 2012); five individuals were caught in Ain Al Ghazala, Libya in September 2010 (Milazzo et al., 2012). *L. sceleratus* has established new territories of the Eastern Mediterranean Sea.

Length-weight relationships are important because they: allow the conversion of growth-in-length equations to growth-in-weight, for use in stock assessment models; allow the estimation of biomass from length observations; allow an estimate of the condition of fish; and are useful for between-region comparisons of life histories of a certain species (Wootton, 1991; Pauly, 1993; Petrakis and Stergio, 1995; Gonçalves et al., 1996; Moutopoulos and Stergio, 2002). Relationships between different types of lengths are also very important for comparative growth studies (Moutopoulos and Stergio, 2002).

The population structure of *L. sceleratus* should be monitored regularly in distribution areas due to the rapidly adapted new environment. The aims of this study were to investigate (i) the relationships between different morphometric parameters and the population structures, (ii) growth and age determination of the vertebrae. The results are discussed with respect to observations from the same and different areas.

## MATERIALS and METHODS

Specimens of silverstripe blaasop *L. sceleratus* were collected from commercial catches and fishing line at the Antalya Bay between December 2011 and May 2013. In this study, a total of 100 *L. sceleratus* was examined. The sex (female and male) was determined by macroscopic observation of the gonads. Total body weight was recorded with an electronic balance at the nearest 0.1 g. Length-weight relationships (LWRs) were calculated for male, female and combined sex by the exponential regression equation:  $W=a TL^b$  (Ricker, 1975); where W is the total body weight in g, TL is the total length in cm, a and b the parameters to be established. The 95% confidence interval (95% CI), CI of b was computed using the equation:  $s(b)*t_{(n-2)}$  where s(b) is standart error of b (Sparre and Venema, 1998). The age of this species were determined by vertebrae. The trunk vertebrae was carefully removed and placed in boiling water for 5 minutes, cleaned from tissues. The mechanically uncleaned backbones were left in 5-25 % sodium hydrochloride for about 1 day and rinsed distilled water (Karataş, 2005). Age was determined by counting the opaque rings on the vertebral centrum.

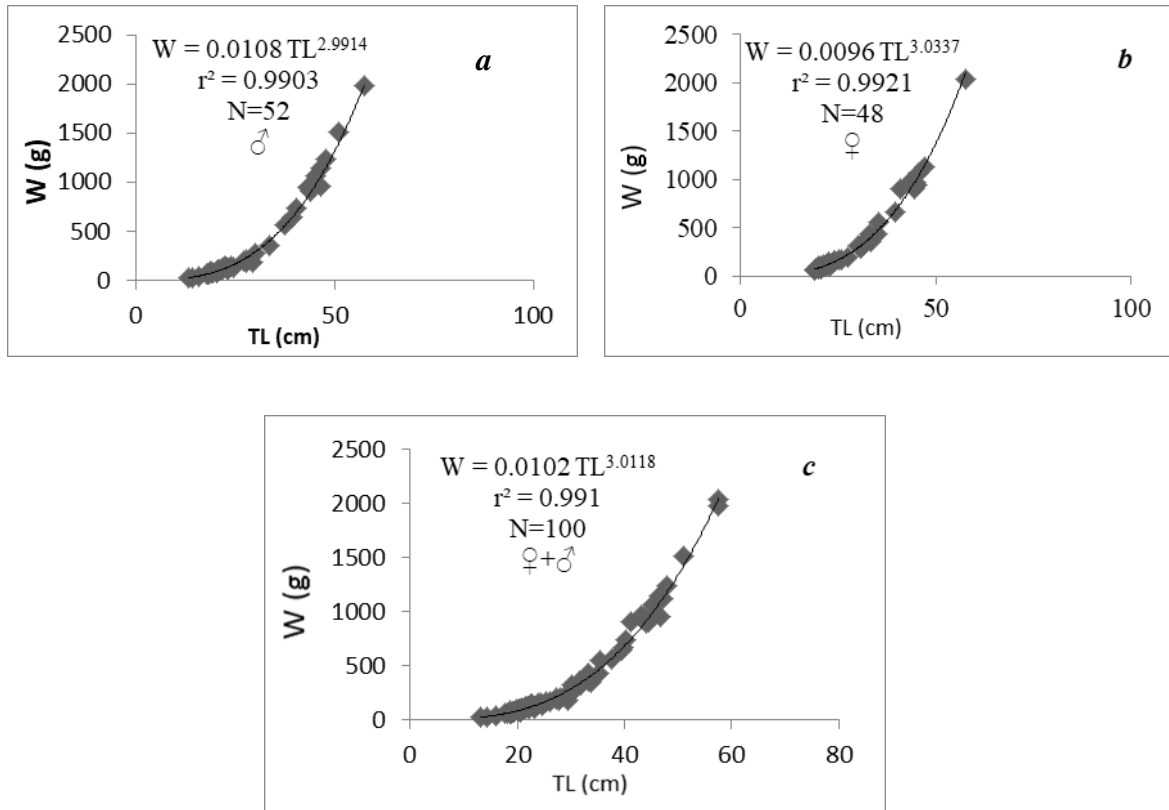
The von Bertalanffy growth equation  $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t+t_0)})$  was used to describe the growth of silvestripe blaasop. The von Bertalanffy growth equation  $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t+t_0)})$  where t is age,  $L_t$  is the length at time t. Asymptotic length ( $L_\infty$ ), growth coefficient (k) and theoretical age ( $t_0$ ) were calculated using the Ford-Walford method (Avşar, 2005; Aydın, 2011). The growth performance index ( $\Phi$ ) was calculated.  $\Phi = 2 \log_{10} L_\infty + \log_{10} K$  (Pauly and Munro, 1984) where  $L_\infty$  and k were parameters of the von Bertalanffy growth equation. Additionally, the stomach content of silvestripe blaasop was examined by macroscopic.

## RESULTS

Total length range, weight range, parameters of LWR and 95% CI of b are presented for of male, female and all fish in Table 1. Graphic of LWRs is given in Figure 1, Male exhibited negative allometric growth ( $b < 3$ ), female and all sampled fish exhibited positive allometric growth ( $b > 3$ ) in Table 1.

**Table 1.** Parameters of length-weight relationships for *L. sceleratus*, male, female and all sampled fish (M: Male; F: Female; LR: Length Range; N: Number of individuals; WR: Weight Range; a and b, Intercept and Slope of Length-Weight Relationships;  $r^2$ , Coefficient of Determination; SE(b): Standart Error of b; 95% CI: Confidence Interval)

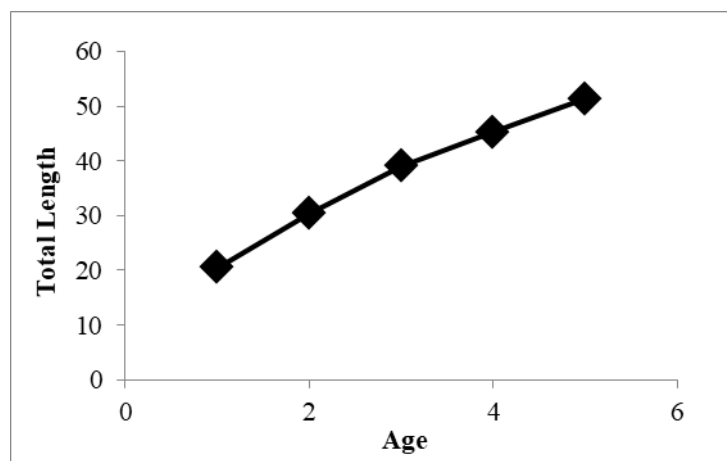
Sex	N	LR (cm)	WR (g)	a	b	$r^2$	SE(b)	95% CI of b
M	52	19.0-57.4	58.60-1981.00	0.0108	2.9914	0.9903	0.0299	0.0593
F	48	13.2-57.6	28.20-2042.80	0.0096	3.0337	0.9921	0.0272	0.0539
All	100	13.2-57.6	28.20-2042.80	0.0102	3.0118	0.991	0.0289	0.0574



**Figure 1.** The total length- weight relationships of the a) male, b) female and c) sex combined of *L. sceleratus* in Antalya Bay

The age distribution of samples ranged from I to V years based on the results of vertebra reading. The age group I was dominant (49%), followed by age groups II (32%), IV (11%), III (4%) and V (4%).

The growth was described by the von Bertalanffy model based on the back-calculated length at age data (Figure 2). Estimates of  $L_{\infty}$ ,  $k$ , and  $t_0$  obtained from Ford-Walford were respectively 79.48; 0.18537 and -0.61791. The values of the growth performance index ( $\Phi$ ) calculated as 3.069 in this study ( $L_{\infty}=79.48$ ) and were given along with the values of other authors in Table 2.



**Figure 2.** The von Bertalanffy growth curve for *L. sceleratus* in Antalya Bay (Mediterranean Coast of Turkey)

**Table 2.** Values of  $L_{\infty}$  (cm),  $k$  (years)<sup>-1</sup>,  $t_0$  (years)<sup>-1</sup> and  $\Phi$  of other studies for *L. sceleratus* ( $L_{\infty}$ : The asymptotic Length;  $k$ : Growth Coefficient;  $t_0$ : theoretical age;  $\Phi$ : The Growth Performance Index)

$L_{\infty}$ (cm)	$k$	$t_0$	$\Phi$	References
81.1	0.26	-	3.23	Sabrah et al., 2006
82	0.5	-	-	Michailidis, 2010
126.6	0.0994	-0.4336	3.197	Aydın, 2011
106.34	0.17	0.0228	3.289	Farrag et al., 2015
109.72	0.12	-0.4544	-	Ersönmez et al., 2017
<b>79.48</b>	<b>0.18537</b>	<b>-0.61791</b>	<b>3.069</b>	<b>This study</b>

The population *L. sceleratus* is carnivorous which was seen to feed on shrimps, fishes, crabs, squids, cuttlefish, a remnant of fishnet, fishing hook and piece of stone in this study.

## DISCUSSION

*L. sceleratus* has come under the scientific spotlight since first being noted in the Mediterranean in the early 2000s due to (i) the rapid invasion (ii) ecological as well as socio-economic (fisheries) impacts (iii) and threat it poses to human health due to its toxicity. The maximum observed length and weight (57.6 cm) is well below the maximum values of 110 cm reported in Japan (Masuda et al., 1984), 78.5 cm in the Suez Canal (Sabrah et al., 2006); 78.4 cm in Iskenderun Bay (Başusta et al. 2013); 77 cm in Cyprus (Michailidis, 2010); 71.5 cm in New Caledonia (Letourneur et al., 1998); 65 cm in Antalya Bay (Aydın, 2011). Additionally, the maximum weight of fish observed in the present study (2042.80 g) is also lower than that of 7000 g reported (Smith and Heemstra, 1986); 5100 g (Sabrah et al., 2006); 4750 g (Başusta et al., 2013); 5600 g (Michailidis, 2010), 3465 g (Aydın, 2011).

Length-weight relationships are important in fisheries biology because they allow estimation of the average weight of the fish at a given length, by establishing a mathematical relationship between weight and length (Kalogirou, 2013). Additionally, this mode of growth for males was nearly the same other recorded while the type of growth in all fishes and females was different other recorded in Table 3. This difference may be due to variations in habitats, biological, environmental conditions, seasonality, sex or even the used of narrow length range.

This findings are lower than compared with previously studies in Table 3. The difference between previously and present studies may be from differences numbers of individual in age groups.

The population *L. sceleratus* is carnivorous which was seen to feed on shrimps, fishes, crabs, squids and cuttlefish. Our results are consistent with Sabrah et al. (2006) and Aydın (2011). Additionally there are remnant of fishnet, fishing hook and piece of stone in this study.

Studying growth patterns and other life cycle characteristics of invasive species are important to understand and possibly respond to the newly invaded environment. In addition, long term approaches and continuous studies are required for invasives to monitor their spatial distribution and population status. Finally over the last ten years silvestre blaasop have rapidly spread and reproduced in southern coasts of Türkiye (the Eastern Mediterranean Sea). The results of this research showed, growth and feeding of lessepsian species *L. sceleratus*. Previously other studies with this data will be used as first step for further ecological and biological studies of *L. sceleratus*.

**Table 3.** Length range, weight range and parameters of length-weight relationships of *L. sceleratus* as reported

Length range (cm)	Weight range (g)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i> <sup>2</sup>	Sex	N	Samples Date	Area	References
18.5-78.5	82.9-5100	0.0160	2.9044	0.9883	M	77	October 2002, June 2003	Gulf of Suez	Sabrah et al., 2006
19.1-69.5	115-4445	0.0209	2.8418	0.9803	F	99	October 2002, June 2003	Gulf of Suez	Sabrah et al., 2006
18.5-78.5	82.9-5100	0.0187	2.8676	0.9835	All	176	October 2002, June 2003	Gulf of Suez	Sabrah et al., 2006
-	-	0.0111	3.0037	-	M	-	2009-2010	Coastal of Cyprus	Michailidis, 2010
-	-	0.0105	3.0255	-	F	-	2009-2010	Coastal of Cyprus	Michailidis, 2010
6.0-77.0	3.0-5600	0.0106	3.018	-	All	6656		Coastal of Cyprus	Michailidis, 2010
12.5-65.0	22.8-3463	0.012	2.974	0.994	M	336	December 2008-January 2010	Antalya Bay	Aydın, 2011
13.5-63	29-3465	0.011	2.984	0.994	F	320	December 2008-January 2010	Antalya Bay	Aydın, 2011
12.5-65.0	22.8-3465	0.012	2.979	0.995	All	656	December 2008-January 2010	Antalya Bay	Aydın, 2011
8.9-78.4	7.59-4750	0.0381	2.6446	0.9392	M	49	September 2011-March 2012	Iskenderun Bay	Başusta et al., 2013
15.4-52.3	37.04-1324	0.0138	2.915	0.9730	F	28	September 2011-March 2012	Iskenderun Bay	Başusta et al., 2013
5.3-63.1	-	0.0164	2.8932	-	All	290	2008-2009	Rhodes Islands	Kalogirou, 2013
-	-	0.012	2.957	0.984	M	408	January 2012-December 2012	Coast of Egyptian	Farrag et al., 2015
-	-	0.013	2.933	0.997	F	371	January 2012-December 2012	Coast of Egyptian	Farrag et al., 2015
5-83	2.1-5400	0.013	2.938	0.996	F	795	January 2012-December 2012	Coast of Egyptian	Farrag et al., 2015
12.5-68	14.6-3678	-	2.9814	-	All	997	2008-2011	Antalya Bay	Aydın et al., 2017
16.7-63.8	64.36-2968.42	0.0164	2.9272	0.974	All	125	2014	Coast of Muğla	Bilge et al., 2017
-	-	-	2.9993	-	M	235	March 2017- August 2017	Finike Bay	Ersönmez et al., 2017
-	-	-	2.9919	-	F	165	March 2017- August 2017	Finike Bay	Ersönmez et al., 2017
5.4-62.5	2.0-3700	0.0172	2.8921	-	All	69	October 2014-February 2015	Antalya Bay	Mutlu et al., 2017
<b>19.0-57.4</b>	<b>58.60-1981.00</b>	<b>0.0108</b>	<b>2.9914</b>	<b>0.9903</b>	<b>M</b>	<b>52</b>	<b>December 2011-May 2013</b>	<b>Antalya Bay</b>	<b>This Study</b>
<b>13.2-57.6</b>	<b>28.20-2042.80</b>	<b>0.0096</b>	<b>3.0337</b>	<b>0.9921</b>	<b>F</b>	<b>48</b>	<b>December 2011-May 2013</b>	<b>Antalya Bay</b>	<b>This Study</b>
<b>13.2-57.6</b>	<b>28.20-2042.80</b>	<b>0.0102</b>	<b>3.0118</b>	<b>0.991</b>	<b>All</b>	<b>100</b>	<b>December 2011-May 2013</b>	<b>Antalya Bay</b>	<b>This Study</b>

**Acknowledgements:** We would like to thank Raziye YILMAZ for providing fish species.

## REFERENCES

- Akyol, O., Ünal, V., Ceylan T., & Bilecenoğlu, M. (2005). First confirmed record of the silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 66, 1183–1186.
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği*, Adana: Nobel Kitabevi. (In Turkish)
- Aydın, M. (2011). Growth, reproduction and diet of pufferfish (*Lagocephalus sceleratus* Gmelin, 1789) from Turkey's Mediterranean Sea coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 569-576.
- Aydın, M., Erkan, S., & Dal, I. (2017). Length-weight relationships of the 3 Tetraodontidae (*Lagocephalus sceleratus*, *Lagocephalus spadiceus*, *Lagocephalus suezensis*) in the Antalya Bay. *Natural and Engineering Sciences*, 2 (3), 49.
- Başusta, A., Başusta, N., & Özer, İ.E. (2013). Length-weight relationship of two puffer fishes, *Lagocephalus sceleratus* and *Lagocephalus spadiceus*, from Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45 (4), 1047-1051.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., & Akalın, S. (2006). Range expansion of silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), to the northern Aegean Sea. *Aquatic Invasions*, 1, 289-291.
- Bilge, G., Filiz, H., & Yapıcı, S. (2017). Length-weight relationships of four lessepsian puffer fish species from Muğla Coasts of Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, 2 (3), 36-40.
- Corsini, M., Margies, P., Kondilatos, G., & Economidis, P.S. (2006). Three new exotic fish records from the SE Aegean Greek waters. *Scientia Marina*, 70 (2), 319-323.
- Ersönmez, H., Özyurt, C., Kiyaga, V., Manaşırılı, M., & Avşar, D. (2017). Some population parameters of the pufferfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) from the Finike Bay, Eastern Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 2 (3), 33.
- Farrag Mahmoud, M.S., El-Haweet, AlaaEldin, A.K., Akel, El-Sayed, Kh.A., & Moustofa, M.A. (2015). Stock status of pufferfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin,1789) along the Egyptian Coast, Eastern Mediterranean Sea. *American Journal of Life Sciences*, 6 (1), 83-93.
- Field, J. (1998). Pufferfish poisoning. *Journal Accident & Emergency Medicine*, 15, 334-336.
- Golani, D., & Levy, Y. (2005). New records and rare occurrences of fish species from the Mediterranean coast of Israel. *Zoology in the Middle East*, 36, 27-32.
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino P., G., Ribeiro, J., Canario, A.V.M., & Erzini, K. (1996). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research*, 30, 253-256.
- Jribi, I., & Bradai, M.N. (2012). First record of the lessepsian migrant species *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) (Actinopterygii: Tetraodontidae) in the Central Mediterranean. *BioInvasions Records*, 1 (1), 49–52.
- Karataş, M. (2005). *Balık Biyolojisi ve Araştırma Yöntemleri*, Ankara, Turkey, Nobel Basımevi, pp 459 (In Turkish).
- Kasapidis, P., Peristeraki, P., Tserpes, G., & Magoulas, A. (2007). First record of the lessepsian migrant *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin 1789) (Osteichthyes: Tetraodontidae) in the Cretan Sea (Aegean, Greece). *Aquatic Invasions*, 2 (1), 71-73.
- Kalogirou, S. (2013). Ecological characteristics of the invasive pufferfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) in Rhodes, Eastern Mediterranean Sea. A case study, *Mediterranean Marine Science*, 14 (2), 251-260.
- Letourneur, Y., Kulbicki, M., & Labross, P. (1998). Length weight relationship of fish from coral reefs and lagoons of New Caledonia, southwestern Pacific Ocean: an update, *Naga: The ICLARM Quarterly*, 21 (4), 39–46.
- Masuda, H., Amaoka, K., Araga, C., Uyeno, T., & Yoshino, T. (1984). *The Fishes of the Japanese Archipelago*, Tokyo, Japan, Tokai University Press, 437 pp.
- May, J.L., & Maxwell, J.G.H. (1986). *Trawl fish from temperate waters of Australia*. CSIRO Division of Fisheries Research, Tasmania, 492 pp.
- Michailidis, N. (2010). *EastMed Technical Documents, Report of the technical meeting on the lessepsian migration and its impact on eastern Mediterranean fishery. Study on the lessepsian migrant Lagocephalus sceleratus in Cyprus* ( pp. 74-87) FAO, Athens, Greece, FAO, 138 pp.
- Milazzo, M., Azzurro, E., & Badalamenti, F. (2012). On the occurrence of the silverstripe blaasop *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789) along the Libyan coast. *BioInvasions Records*, 1 (2), 125–127.
- Moutopoulos, D.K., & Stergio, K.I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea(Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 200-203.
- Mutlu, E., Deval, M., & Olguner, T. (2017). Length - weight relationships of four pufferfish species in Antalya Bay. *Natural and Engineering Sciences*, 2 (3), 32.

- Pauly, D., & Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2 (1), 21.
- Pauly, D. (1993). Fishbyte Section. Editorial. Naga. *ICLARM Quarterly*, 16, 26.
- Petrakis, G., & Stergio, K.I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21, 465-469.
- Ricker, W. E. (1975). *Computation and Interpretation of Biological Statistics of The Fish Populations*. J. C. Stevenson (Ed.), Ottawa, Canada, *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191.
- Sabrah, M. M., El-Ganainy, A.A., & Zaky, M.A. (2006). Biology and toxicity of the pufferfish *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789). *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 32 (1), 283-197.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). *FAO Fisheries Technical Paper 306/1 Rev. 2: Introduction to tropical fish stock assessment*. Rome, Italy, 407 pp.
- Smith, M.M. & Heemstra, P.C. (1986). *Tetraodontidae*. In: M.M. Smith and P.C. Heemstra, (Eds.), Berlin, Germany, Smith's Sea Fishes, Springer-Verlag, pp. 894–903
- Torcu-Koç, H., Erdoğan, Z., & Üstün, F. (2011). Occurrence of the Lessepsian migrant, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin 1789) (Osteichthyes: Tetraodontidae), in İskenderun Bay (north-eastern Mediterranean, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 148–149.
- Türker-Çakır D., Yarmaz A., & Balaban C. (2009). A new record of *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin 1789) confirming a further range extension into the northern Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 606-607.
- Wootton, R. J. (1991). *Ecology of Teleost Fishes*. London, Chapman and Hall, 382 pp.
- Yağlıoğlu, D., Turan, C., Ergüden, D. & Gürlek, M. (2011). Range expansion of silverstripe blaasop, *Lagocephalus sceleratus* (Gmelin, 1789), to the northeastern Mediterranean Sea. *Biharean Biologist*, 5 (2), 159-161.

## Comparing the Fatty Acid Level of Sand Smelt (*Atherina boyeri*) With Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a Cheaper Protein and Fatty Acid Source

Emre YAVUZER\* 

Department of Food Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Kırşehir Ahi Evran University, 40300, Kırşehir, Turkey

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

Research Article

Received 07 August 2019; Accepted 22 October 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** Yavuzer, E. (2020). Comparing the fatty acid level of sand smelt (*Atherina boyeri*) with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a cheaper protein and fatty acid source. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 106-112. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.603538>

### Abstract

Sensorial and fatty acid levels of sand smelt as an alternative protein and fatty acid source against rainbow trout were investigated. The fish were separated into two groups; which were identified in expensive/known one (rainbow trout) and the cheaper/little-known one (sand smelt). Although rainbow trout and sand smelt groups have the same proximate and sensorial values, sand smelt group preferred more according to price/flavor preference. The fatty acid combinations of groups changed from 27.56% to 38.80% saturated (SFA), 26.30–31.22% monounsaturated (MUFAs) and 34.91–41.22% polyunsaturated acids (PUFAs). Between the groups, the highest rates were myristic acid (3.15–3.73%), palmitic acid (15.99–26.85%), palmitoleic acid (5.82–6.01%), stearic acid (4.44–6.40%), oleic acid (11.81–20.40%), linoleic acid (2.47–16.73%), eicosapentaenoic acid (2.30–8.80%) and docosahexaenoic acid (7.84–15.77%). The values of PUFAs-n3 and DHA were higher in a cheaper group than an expensive one.

**Keywords:** Alternative protein source, DHA, EPA, sand smelt, rainbow trout

### Daha Ucuz Bir Protein ve Yağ Asidi Kaynağı Olarak Gümüş Balığı (*Atherina boyeri*) ile Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) Karşılaştırılması

### Özet

Alternatif bir protein ve yağ asidi kaynağı olarak gümüş balığının gökkuşluğu alabalığına karşı yağ asidi seviyeleri araştırılmıştır. Balıklar iki gruba ayrılarak; pahalı / bilinen (gökkuşluğu alabalığı) ve daha ucuz / az bilinen (gümüş balığı) olarak tanımlandı. Gökkuşluğu alabalığı ve gümüş balığı grupları yakın besin ve duyu değerlere sahip olsa da gümüş balığı grubu fiyat / lezzet tercihinin göre daha fazla tercih edilmiştir. Grupların yağ asidi kombinasyonları 27,56%'dan 38,80% doymuş (SFA), 26,30%–31,22% tekli doymamış (MUFA) ve 34,91%-41,22% doymamış asitleri (PUFA) şeklinde değişmiştir. Gruplar arasında en yüksek oranlar miristik asit (3,15-3,73%), palmitik asit (15,99-26,85%), palmitoleik asit (5,82-6,01%), stearik asit (4,44-6,40%), oleik asit (11,81-20,40%), linoleik asit (2,47-16,73%), eikosapentaenoik asit (2,30-8,80%) ve dokosaheksaenoik asit (7,84-15,77%) idi. PUFAs-n3 ve DHA değerleri daha ucuz olan grupta pahalı gruba göre daha yüksekti.

**Anahtar Kelimeler:** Alternatif protein kaynağı, DHA, EPA, gümüş balığı, gökkuşluğu alabalığı

### INTRODUCTION

Aquatic products include important polyunsaturated fatty acids for human health such as EPA (eicosapentaenoic acid) and DHA (docosahexaenoic acid) and also a high level of protein and minerals (Ackman, 1999). These long chain polyunsaturated fatty acids have great importance to humans for the prevention of coronary artery disease, brain health, inflammatory and cancer (Simopoulos, 1991; Conner, 2000; Ward and Singh, 2005; Giudetti and Cagnazzo, 2012; La Rovere and Christensen, 2015). Although DHA is the main part of heart muscles, brain and eye retina (Ward and Singh, 2005), EPA is also important for brain disorders and cancer treatment (Fenton et al., 2000).

Depending on population growth, there is a trend towards alternative protein sources in the world. Tasting and traditional culture are the most important factor in receiving the protein requirements. But

usually, it can be difficult to find a healthy and tasty combination of foods. Fish are the major participator of PUFA for the human diet but different fish species have variable fatty acid compositions. Fatty acid composition of fish species can be variable depending on factors such as gender, location and environmental conditions (Özoğul et al., 2007). Therefore, different fish species should be preferred in diets. But for consumers, it is important that the product must have economical and tasty specialties.

In today's society, many fish consumers consume culture fish such as trout, sea bream, and sea bass. A lot of studies have been made on the nutritional profiles of them (Tidball et al., 2017; Turchini et al., 2018; Iaconisi et al., 2018). But some species like sand smelt (*Atherina boyeri*) are not well known by consumers due to not being sold by fish markets. Another reason is that these fish are too small and people do not know that they can eatable. And sometimes frying of ungutted sand smelt with head may be strange for people. But only little groups of consumers who know this fish from their ancestors are consuming this fish with pleasure. 4630 tons of sand smelt were hunted in Turkey in 2018 (TUIK) and a large part is exported at a price as low as 50 cents. On the other hand, countries that import sand smelt from our country sell it to the level of 9 Euros under the name "finger fish". At the same time in recent years, researchers published some processing methods of making fish chips and other processing methods of sand smelt (Kalogeropoulos et al., 2004; İzci et al., 2011). But despite this, the price is still very affordable.

Although there are lots of studies that have pointed with fatty acid profiles of some fish species there is a little information on the fatty acid profile of sand smelt. The aim of this study was to determine the fatty acid (FA), proximate profiles and sensorial opinions of sand smelt as a cheap source and compare the values with popular market fish known as rainbow trout.

## **MATERIALS and METHODS**

### **Fish Samples**

Sand smelt (*Atherina boyeri*) was purchased by local hunters in Kırşehir, Hirfanlı Dam, Turkey and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was taken from a cage fish producer (LBG Trout Farm) located on Hirfanlı Dam (Kırşehir Turkey) in November 2017. The average weight of trout was  $260 \pm 10,2$  g and length of both samples were  $22 \pm 3$  cm. The length of sand smelt were between 11-18 cm and weight were between 1-3 g. Rainbow trout were killed by hitting to head (anterior of the brain) which is fast and humane. Harvested trout and hunted sand smelt were delivered to the laboratory in polystyrene boxes with ice within 1 h of harvesting. 10 trout and 30 sand smelt were used for fatty acid analysis and also 30 trout and 250 sand smelt were used for sensory analysis.

### **Proximate Composition**

Kjeldahl technique (AOAC, 1990) was used for the crude protein and Bligh and Dyer (1959)'s method was used for lipid analyses. Also moisture and ash content was analyzed with the method of AOAC (1984).

### **Fatty Acid Analysis**

Fatty acid composition was determined according to Ichihara and others (1996). 4 ml of 2M KOH and 2 ml of n-heptane were added to 25 mg of extracted oil sample. It was then vortexed for 2 minutes at room temperature and centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes and the heptane layer was taken for GC analysis. Determination of fatty acids was accomplished using a Perkin Elmer GC (Clarus 500) with an autosampler (Perkin Elmer, Shelton, CT, USA), equipped with a flame ionisation detector and a fused silica capillary column (30 m  $\times$  0.32 mm i.d., 0.25  $\mu$ m; SGE Analytical Science Pty Ltd, Melbourne, Australia). The oven temperature was 140 °C, held for 5 min, increased to 200 °C at a rate of 4 °C/min, and increased to 220 °C at a rate of 1 °C/min, while the injector and the detector temperature were set at 220 and 280 °C, respectively. The carrier gas was controlled at 16 ps. The split used was 1 : 100. Fatty acids were identified by comparing the retention times of fatty acid methyl esters (FAMES) with the Standard 37-component FAME mixture obtained from Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Munich, Germany. Two replicate samples were run and data was indicated as the percentage of the mean value.

### **Sensory Analysis**

Cooked fish analyses were made by Paulus et al. (1979) with some modifications. The opinions of the panelist for color, odour, flavor, texture and general acceptability scored to the given pages using



9-point hedonic scale (1 excessively dislike, 9 excessively like). For the analysis of cooked fish, trout group was filleted and samples were cooked for 5 minutes at sunflower oil. But sand smelt did not fillet and cooked uncut with head in sunflower oil. Because sand smelt should be cooked in oil, rainbow trout was also cooked in oil. So that the overall cooking and eating perception was also measured. In addition to standard questions, the panelists were asked which fish they would prefer in terms of price/flavor. For price/flavor preference sand smelt cost given as 50 Cent/kg and trout cost given as 5 Dollars/kg. Analyses were done on each test day in natural day conditions by the staff members and 4th semester students of the Ahi Evran University Food Processing Department who are familiar with fresh fish and fish products also the panelists were selected from those who had never eaten sand smelt before.

### Statistical analysis

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

## RESULTS and DISCUSSION

Protein, lipid, moisture and crude ash contents of sand smelt and rainbow trout are given in Table 1.

**Table 1.** Proximate composition of rainbow trout and sand smelt

Proximate composition (%)	Rainbow trout	Sand smelt
Protein	17.11±1.22 <sup>x</sup>	16.82±1.12 <sup>x</sup>
Lipid	5.09±0.22 <sup>x</sup>	3.58±0.37 <sup>y</sup>
Moisture	76.22±1.27 <sup>x</sup>	76.27±0.95 <sup>x</sup>
Crude ash	1.58±0.03 <sup>x</sup>	3.33±0.02 <sup>y</sup>

Different letters (x – y) in the same fraction show significant differences ( $p < 0.05$ ).

Sensory analyse results of trout and sand smelt are given in Table 2. The table shows color, smell, flavor and tissue structure as standard quality questions. In addition to these parameters, the price-flavor option was added to the table.

**Table 2.** Sensory analysis of cooked rainbow trout and sand smelt

Analyses	Rainbow trout	Sand smelt
Color	8.3±0.82 <sup>a</sup>	8.7±0.48 <sup>a</sup>
Smell	8.4±0.51 <sup>a</sup>	8.1±0.56 <sup>a</sup>
Flavor	8.4±0.69 <sup>a</sup>	8.7±0.48 <sup>a</sup>
Tissue structure	9.0±0.00 <sup>a</sup>	9.0±0.00 <sup>a</sup>
Price/Flavor preference*	5.9±0.73 <sup>b</sup>	8.2±0.63 <sup>a</sup>

Price/ Flavor preference: Sand smelt cost given as 50 Cent/kg and trout cost given as 5 Dollars/kg. Different letters (a – b) in the same fraction shows significant differences ( $p < 0.05$ ).

There were no significant differences ( $p > 0.05$ ) between groups according to the values of protein and moisture (Table 1). However, Tokur et al. (2006) reported a higher protein level (22.96%) and lower lipid content (2.71%) for cultured rainbow trout compared to the current study. But İzci et al., (2011) reported similar protein and lipid contents for sand smelt. Lipid content of trout and sand smelt were exhaust to the components of the diet of the fish so lipid content was higher (5.09 ± 0.22%) in rainbow trout than sand smelt (3.02 ± 0.22%). Some factors such as geographic location, season and size or age effect fat content and composition of fish muscle (Ackman, 1989). In this study, it is important that two species have the same protein levels. This means that cheaper one may become an important protein source provided that it is delicious.

Table 2 shows the sensory analyses of trout and sand smelt. The fresh flavor characteristics of the species were strong in all groups. Off-flavours and off-odours were not detected and there was not any rejection point for the cooked sand smelt bodily. Although they were prejudiced about eating sand smelt bodily with head all the panelists liked this style. There were no significant differences between trout and sand smelt according to color, smell, flavor and tissue structure while significant difference was observed in price/flavor preference ( $p < 0.05$ ). Sand smelt cost is given as 50 Cent/kg and trout cost given as 5 Dollars/kg to the panelist according to the market data. The panelists who were selected from those who had never eaten sand smelt before but eaten trout before liked sand smelt very much and they described boned and bodily sand smelt like chips.

**Table3.** Fatty acid content of rainbow trout and sand smelt (%)

FA	Rainbow trout	Sand smelt
<b>C12:0</b>	0.02±0.14 <sup>b</sup>	0.56±0.5 <sup>a</sup>
<b>C14:0</b>	3.15±0.9 <sup>a</sup>	3.73±0.1 <sup>a</sup>
<b>C15:0</b>	0.03±0.01 <sup>b</sup>	0.63±0.07 <sup>a</sup>
<b>C16:0</b>	15.99±0.26 <sup>b</sup>	26.85±1.48 <sup>a</sup>
<b>C17:0</b>	0.80±0.14 <sup>a</sup>	0.63±0.02 <sup>a</sup>
<b>C18:0</b>	4.44±0.35 <sup>b</sup>	6.40±0.39 <sup>a</sup>
<b>C20:0</b>	1.47±0.12 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>
<b>C21:0</b>	1.55±0.48 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>
<b>C22:0</b>	0.11±0.02 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>
<b>∑ SFA<sup>*</sup></b>	27.56	38.795
<b>C14:1n5</b>	0.06±0.01 <sup>b</sup>	1.22±0.04 <sup>a</sup>
<b>C16:1n7</b>	5.82±0.37 <sup>a</sup>	6.01±0.17 <sup>a</sup>
<b>C17:1n8</b>	1.33±0.27 <sup>a</sup>	0.40±0.03 <sup>b</sup>
<b>C18:1n9</b>	20.40±1.35 <sup>a</sup>	11.81±0.97 <sup>b</sup>
<b>C18:1n7</b>	0.03±0.02 <sup>b</sup>	5.61±0.26 <sup>a</sup>
<b>C20:1n9</b>	2.94±0.45 <sup>a</sup>	1.27±0.16 <sup>b</sup>
<b>C22:1n9</b>	0.66±0.19 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>
<b>∑ MUFA<sup>**</sup></b>	31.22	26.30
<b>C18:2 n6</b>	16.73±1.42 <sup>a</sup>	2.47±0.49 <sup>b</sup>
<b>C18:3 n6</b>	0.10±0.01 <sup>b</sup>	1.50±0.12 <sup>a</sup>
<b>C18:3 n3</b>	5.18±0.53 <sup>a</sup>	0.43±0.01 <sup>b</sup>
<b>C20:2 n6</b>	0.32±0.02 <sup>b</sup>	0.65±0.04 <sup>a</sup>
<b>C20:3n6</b>	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>
<b>C20:3n3</b>	0.02±0.01 <sup>b</sup>	1.25±0.09 <sup>a</sup>
<b>C20:4n6</b>	1.03±0.21 <sup>b</sup>	3.17±0.44 <sup>a</sup>
<b>C20:5 n3</b>	2.30±0.11 <sup>b</sup>	8.80±0.31 <sup>a</sup>
<b>C22:2n6</b>	0.20±0.02 <sup>b</sup>	0.60±0.02 <sup>a</sup>
<b>C22:5 n3</b>	7.47±0.96 <sup>a</sup>	0.28±0.09 <sup>b</sup>
<b>C22:6 n3</b>	7.84±0.68 <sup>b</sup>	15.77±0.35 <sup>a</sup>
<b>∑ PUFA<sup>***</sup></b>	41.22	34.91
<b>PUFA/SFA</b>	1.50	0.90
<b>DHA/EPA</b>	3.41	1.79
<b>∑ ω3</b>	22.80	26.53
<b>∑ ω6</b>	18.42	8.38
<b>∑ ω6 / ∑ ω3</b>	0.81	0.32

SFA: Saturated fatty acid, \*\*MUFA: Monounsaturated fatty acid, \*\*\*PUFA: Polyunsaturated fatty acid. Different letters (a - b) in the same fraction shows significant differences ( $p < 0.05$ ).

It is known that the lipid content of fish can be variable depending on factors such as species and diet, (Rasoarahona et al., 2005). Table 3 shows the % as a mean value of 27 fatty acids for two groups. The fatty acid compositions of groups ranged from 27.56% to 38.80% SFA, 26.30–31.22% MUFAs

and 34.91–41.22% PUFAs. Between them, those occurring in the highest rates were myristic acid (3.15–3.73%), palmitic acid (15.99–26.85%), palmitoleic acid (5.82–6.01%), stearic acid (4.44–6.40%), oleic acid (11.81–20.40%), linoleic acid (2.47–16.73%), eicosapentaenoic acid (2.30–8.80%) and docosahexaenoic acid (7.84–15.77%). The results showed that sand smelt is very rich in n-3 polyunsaturated fatty acids (%34.91) like trout (%41.22). Similar results were reported for rainbow trout and sand smelt (İzci et al., 2011). The levels of SFA between rainbow trout and sand smelt was varied but it can be variable too for the same species as reported (Haliloğlu et al., 2001). PUFA/SFA value found as 1.50 in trout and 0.90 in sand smelt. So these values are higher than the minimum value of PUFA/SFA recommended as 0.45 (HMSO, 1994). Palmitic acid was the primary saturated fatty acid contributing 15.99% and 26.85% of the total saturated fatty acid content of lipids for rainbow trout and sand smelt respectively. Oleic acid was the primary MUFAs accounting for 20.40% of total MUFAs for rainbow trout while it contributes 11.81% of total MUFAs for sand smelt. And similarly linoleic acid was the primary PUFAs for rainbow trout contributing 16.73% while sand smelt was 2.47%.

Among the analyzed fish species, the highest EPA and DHA were obtained from sand smelt, accounting for 8.80% and 15.77% of total PUFAs respectively while rainbow trout group was 2.30% EPA and 7.84% DHA. It is known that EPA and DHA values can be higher hunted fish species compared to cultured fish species (Chen et al., 1995; Rahman et al., 1995). EPA is the most important essential fatty acid among the n3 series fatty acids for the human diet (Chen et al., 1995) and also DHA decreases the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma (Childs et al., 1990). Differences in fatty acids of rainbow trout and sand smelt should not only be considered with respect to species habitat but also based on their natural diet.

Shang et al., 2017 reported that the ratio of 1:2 DHA/EPA decreased the level of serum triglycerides and total cholesterol on mice. There was no group in which the DHA / EPA ratio approached 1/2 in this study but the limit of these ratios has not yet been stabled in the literature.

Among the groups, the highest ratio of n6/n3 was found to be 0.81 for rainbow trout followed by 0.32 for sand smelt. The ratios of n6/n3 found in this study were lower in both rainbow trout and sand smelt than the value (4.0 at maximum) recommended by the UK Department of Health (HMSO, 1994). Simopoulos (2010) reported that a ratio of 1:1 to 2:1  $\omega$ 6/ $\omega$ 3 fatty acids should be the ideal for human health.

## CONCLUSION

This work is important because it can be a source of inspiration to people who helps food aid to poor countries. Also, sand smelt is found in abundance in our and other countries but its price is 50 cents because it is a little known species. However, in Europe fish chips have been made with these fish and sold at a price of 20 Euros. Therefore, the high level of omega-3 and omega-6 of sand smelt shared in this study may cause new initiatives. Although there is an important difference in the market about prices of rainbow trout and sand smelt species, this study exhibits that fatty acid, proximate and sensorial profiles of sand smelt are comparable to those of trout as sources of PUFAs and MUFAs. Besides this, despite their first-time consumption, the panelists were overjoyed at the taste of sand smelt. Nowadays the economic level of every consumer is variable and generally healthy foods such as fish can be expensive. This study will contribute to the identification of nutritional compositions of an alternative and less known functional food type and to the maintenance of community health.

## REFERENCES

- Ackman, R.G. (1989). Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science*, 13 (3-4), 161-289.
- Ackman, R.G. (1999). R.G. Ackman R.G. Ackman (Ed.), *Marine biogenic lipids, fats and oils*, CRP Press, Boca Raton, FL.
- AOAC, (1984). *AOAC Official methods of analysis of the association of official analytical chemists (14th ed.)*, Association of official analytical chemists, Washington, DC.
- AOAC, (1990). *AOAC Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists (15th ed.)*, Association of official analytical chemists, Washington, DC.

- Bligh, E.C., & Dyer, W.J., (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37 (8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Chen, I.C., Chapman, F.A., Wei, C.I., Porteir, K.M., & O'Keefe, S.F. (1995). Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. *Journal of Food Science*, 60 (3) 631-635. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb09844.x>
- Childs, M.T., King, I.B., & Knopp, R.H. (1990). Divergent lipoprotein responses to fish oils with various ratios of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Animal Journal of Clinical Nutrition*, 52 (4), 632-639. <https://doi.org/10.1093/ajcn/52.4.632>
- Conner, W.E. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 17 (1), 171S-175S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.1.171S>
- Fenton, W.S., Hibbeln, J., & Knable, M. (2000). Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 47 (1), 8-21.
- Giudetti, A.M., & Cagnazzo, R. (2012). Beneficial effects of n-3 PUFA on chronic airway inflammatory diseases. *Prostaglandins Other Lipid Mediators*, 99 (3-4), 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2012.09.006>
- Haliloğlu, H.I., Aras, N.M., & Yetim, H. (2001). Comparison of Muscle Fatty Acids of Three Trout Species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) Raised under the Same Conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26 (5), 1097-1102.
- HMSO UK. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
- Iaconisi, V., Bonellia, A., Pupino, R., Gai, F., & Paris, G. (2018). Mealworm as dietary protein source for rainbow trout: Body and fillet quality traits. *Aquaculture*, 484: 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.11.034>
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31 (8), 535-539.
- İzci, L., Günlü, A., & Bilgin, Ş. (2011). Production of Fish Chips from Sand Smelt (*Atherina boyeri*, RISSO 1810) and Determination of Some Quality Changes. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10 (2), 230-241.
- Kalogeropoulos, N., Andrikopoulos, N.K., & Hassapidou, M. (2004). Dietary evaluation of Mediterranean fish and molluscs pan-fried in virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (13), 1750-1758. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1878>
- La Rovere, M.T., & Christensen, J.H. (2015). The autonomic nervous system and cardiovascular disease: role of n-3 PUFAs. *Vascular Pharmacology*, 71, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2015.02.005>
- Özoğul, Y., Özoğul, F., & Alagöz, S. (2007). Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey. *Food Chemistry*, 103 (1), 217-223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.009>
- Paulus, K., Zacharias, R., Robinson, L., & Geidel, H. (1979). Kritische betrachtungen zur Bewetenden Prufung mit skale' Als Einem Wesentlichen Verfahren Der Sensorichen Analyse. *LWT Food Science and Technology*, 12, 52-61.
- Rahman, S.A., Huah, T.S., Hassan, O., & Daud, N.M. (1995). Fatty acid composition of some Malaysian freshwater fish. *Food Chemistry*. 54 (1), 45-49. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)92660-C](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)92660-C)
- Rasoarahona, J.R.E., Barnathan, G., Bianchini, J.P., & Gaydou, E.M. (2005). Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. *Food Chemistry*, 91 (4), 683-694. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.001>
- Shang, T., Liu, L., Zhou, J., Zhang, M., Hu, Q., Fang, M., Wu, Y., Yao, P., & Gong, Z. (2017). Protective effects of various ratios of DHA/EPA supplementation on high-fat diet-induced liver damage in mice. *Lipids Health Disease*, 2017, 16:65. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0461-2>
- Simopoulos, A.P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development, a review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 54 (3), 438-463. <https://doi.org/10.1093/ajcn/54.3.438>
- Simopoulos, A.P. (2010). The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: Health implications. *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, 17 (5), 267-275. <https://doi.org/10.1684/ocl.2010.0325>
- Tidball, M.M., Exler, J., Somanchi, M., Williams, J., Kraft, C., Curtis, P., & Tidbal, K.G. (2017). Addressing information gaps in wild-caught foods in the US: Brook trout nutritional analysis for inclusion into the USDA national nutrient database for standard reference. *Journal of Food Composition and Analysis*, 60, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.03.004>
- Tokur, B., Çaklı, Ş., & Polat, A. (2006). The quality changes of trout (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) with a vegetable topping during frozen storage (-18°C). *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23 (3-4), 345-350.
- TUIK, (2018). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr>. Web. September 5, 2019.

- Turchini, G.M, Hermon, K.M, & Francis, D.S. (2018). Fatty acids and beyond: Fillet nutritional characterization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed different dietary oil sources. *Aquaculture*, 491, 391-397. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.11.056>
- Ward, O.P, & Singh, A. (2005). Omega-3/6 fatty acids: alternative sources of production. *Process Biochemistry*, 40 (12), 3627-3652. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.02.020>

## Concentration of Heavy Metal Hg, Au, and Fe in Sediments, Water, and Tissue Damage of Golden Sea Cucumber *Stichopus herrmanni* (Semper, 1868) (Holothuroidea; Stichopodidae) in Kayeli Bay, Indonesia

Cindie C. de FRETES<sup>1</sup>, Pieter KAKISINA<sup>2</sup>, Dominggus RUM AHLATU<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Study Program of Biology Education, Postgraduate, Pattimura University, Ambon, Indonesia.

<sup>2</sup> Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, Pattimura University, Ambon, Indonesia.

<sup>3</sup> Study Program of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Pattimura University, Ambon, Indonesia.

\*Corresponding Author: [dominggus\\_amq@yahoo.co.id](mailto:dominggus_amq@yahoo.co.id)

Research Article

Received 08 August 2019; Accepted 19 November 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** de Fretes, C.C., Kakısına, P., & Rumahlatu, D. (2020). Concentration of heavy metal Hg, Au, and Fe in sediments, water, and tissue damage of golden sea cucumber *Stichopus herrmanni* (Semper, 1868) (Holothuroidea; Stichopodidae) in Kayeli Bay, Indonesia. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 113-123. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.603602>

### Abstract

Heavy metals concentrated in waters can also accumulate in sediments and various biota. This research was conducted to examine the concentration of heavy metals in seawater, sediment, intestine and meat of golden sea cucumber *Stichopus herrmanni* in Kayeli bay, Buru Island, Indonesia. The concentrations of heavy metals Hg, Au, and Fe were analyzed using the AAS, and the tissue damage of *S. herrmanni* used the HE staining method. Correlation analysis and multiple linear regression were used to examine the correlation and the effect of the independent variables (heavy metals Hg, Au, and Fe) partially on the dependent variable (damage on intestinal villi of *S. herrmanni*) with a statistically significant at  $\alpha = 0.05$ . The results showed that the highest to lowest heavy metal concentrations in water was  $Hg > Fe > Au$ , while the concentration of heavy metals in water, intestine and meat was  $Fe > Hg > Au$ . There was a correlation between heavy metals in sediments, intestines, and meat which caused damage to intestinal villi, while the multiple linear regression tests showed a probability of  $0.012 < 0.05$  for Fe, a probability of  $0.000 <$  for Hg, while probability  $> 0.05$  for Au on the damage of intestinal villi of *S. herrmanni*. This shows that Fe has a significant potential to cause damage to the intestinal villi of *S. herrmanni*. Fe is highly concentrated in sediments, intestines and meat showed a positive correlation to the damage of intestinal villi of *S. herrmanni*.

**Keywords:** Heavy metals, *Stichopus herrmanni*, tissue damage, Kayeli Bay

### Endonezya Kayalı Körfezi'nde Bulunan *Stichopus herrmanni*'nin (Semper, 1868) (Holothuroidea; Stichopodidae) Dokuları İle Su Ve Zeminde Hg, Au, Fe Ağır Metalleri Birikimi

### Özet

Bu araştırma, Endonezya'nın Buru Adası, Kayeli koyunda deniz suyu, sediment ile *Stichopus herrmanni* (deniz salatalığı) bağırsak ve kaslarında ağır metallerin konsantrasyonunu incelemek için yapıldı. Hg, Au ve Fe konsantrasyonları AAS kullanılarak analiz edildi ve *S. herrmanni*'nin doku hasarı için HE boyama yöntemi kullandı. Korelasyon analizi ve çoklu lineer regresyon, bağımsız değişkenler ile (ağır metaller Hg, Au ve Fe) kısmen bağımlı değişken (*S. herrmanni*'nin bağırsak villusundaki hasar) üzerindeki korelasyonunu ve etkisini  $\alpha = 0.05$ . istatistiksel önem seviyesinde incelemek için kullanıldı. Sonuçlar, sudaki en yüksek ve en düşük ağır metal konsantrasyonlarının  $Hg > Fe > Au$  olduğunu, su, bağırsak ve etteki ağır metal konsantrasyonunun ise deniz salatalıklarında  $Fe > Hg > Au$  olduğunu göstermiştir. Sediman, bağırsak ve etlerdeki ağır metaller arasında bağırsak villerine zarar veren bir korelasyon vardı, ancak çoklu lineer regresyon testleri, Fe için  $0.012 < 0.05$ , Hg için  $0.000 <$  olasılık, *S. herrmanni*'nin bağırsak villusunun hasarına dair Au için  $> 0.05$  olasılığı göstermiştir.

Bu Fe'nin *S. herrmanni*'nin bağırsak villerine zarar verme potansiyeli olduğunu göstermektedir. Fe, tortular, bağırsaklar ve ette yüksek oranda konsantre edilir ve *S. herrmanni*'nin bağırsak villusunun hasarı ile pozitif bir korelasyon göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metaller, *Stichopus herrmanni*, doku zararı, Kayeli Körfezi.

## INTRODUCTION

Heavy metals are one type of pollutant that pollutes the environment and causes degradation in the aquatic environment and endangers the lives of various aquatic biota (Kumara et al., 2013; Lorenzon et al., 2001). The presence of heavy metals in an organism indicates human activity (Mohiuddin et al., 2011). Heavy metals that pollute the aquatic environment due to human activities originate from household waste, industrial, agricultural activities, fuel combustion, and mining activities (Al-Naggar et al., 2018; Jakimska et al., 2011).

Heavy metals including copper (Cu), cobalt (Co), molybdenum (Mo), zinc (Zn), iron (Fe) and manganese (Mn) at low concentrations are nutrients for organism, while cadmium (Cd), Arsenic (As), lead (Pb) and mercury (Hg) are toxic elements, although they are found at very low levels (Khaled, 2004; Jakimska et al., 2011; Liu et al., 2015). Hg is one of the metals that pollute the environment due to agricultural and industrial activities (Al-Nagar et al., 2018). Whereas Nindyapuspa and Ni'am (2018) argue that heavy metal Fe is a natural pollutant in marine ecosystems. Aquatic ecosystems consist of water, sediments, and various biota. Heavy metal pollution in biota tissue is strongly influenced by the level of bioavailability of heavy metals, both external bioavailability; which depends on the ability of heavy metals to dissolve and be released in certain media and internal bioavailability; which is the ability of heavy metals to be absorbed and at the same time toxic for the tissue of organisms (Caussy et al., 2003). Therefore, heavy metals concentrated in waters can also accumulate in sediments and various biota (Ziyaadini et al., 2017). According to Jinadasa et al. (2014), marine biota can accumulate heavy metals such as Hg, Zn, Cu, Cd, and Pb. In addition, Chen et al. (2000) explain that sediments are rich in dissolved organic material, especially the protein content that is able to bind metals. It is confirmed by (Gbrauko and Friday, 2007) that the amount of heavy metals accumulated in the body of aquatic biota depends on the chemical effects of the heavy metals and tends to bind to proteins and lipids in the biota tissues. Metal-binding proteins are metallothionein (Rumahlatu and Leiwakabessy, 2016) and metal transcription factors (Rumahlatu, 2017).

Research on the use of aquatic biota as a pollution indicator species to monitor heavy metals in the waters has become the current research trend. Flammang et al. (1997) used *Diadema setosum* to monitor heavy metals Zn, Pb, Cd, Fe, Cr, Cu, and Ti. Rumahlatu and Huliselan (2016) used *Apogon Beauforti* as a bioindicator species of Hg pollution in the waters of Ambon Island. Khalaf et al. (2012) used three species of fish *Decapterus macrellus*, *Decapterus macrosomus* and *Decapterus russelli* to monitor heavy metals Cu, Ni, Mg, Pb, Zn, Cd, and Fe in Aqaba Bay, Red Sea, Jordan. This means that aquatic biota can be used as an indicator of heavy metal pollution, one of which is a sea cucumber. Currently, sea cucumbers receive attention as the subject of heavy metal pollution research and have been proposed as bioindicators to monitor heavy metal pollution in marine ecosystems (Ahmed et al., 2018). The sea cucumbers of *Actinophyga bannwarth* and *Holothuria impatiens* are used as pollution indicator species of heavy metals Cd, Cu, Ni, Mn, Zn, Fe and Pb in the Red Sea, Gulf of Aqaba (Al-Najjar et al., 2018). Golden sea cucumber (*Stichopus herrmanni*) can be used as an indicator of pollution in marine waters, because of his life habits that immerse themselves in sediment, as well as eating habits that decompose organic matter. Purcell et al. (2016) added the way of its eating is deposit-feeding, and it eats diatoms mixed with sediments. Its habitat is in reef areas and lagoons, in seaweed ecosystems, and muddy sand (Conand, 2006). In addition, *S. herrmanni* is an animal that easily absorbs heavy metals through its cell membrane during the bioabsorption process. This characteristic allows *S. herrmanni* to be contaminated with heavy metals (Ismail et al., 2004). On the other hand, *S. herrmanni* is a species of sea cucumber that is used as a medicine, and *S. herrmanni* is rich in protein and low in lipids and contains a large number of sulfated glycosaminoglycans (Pangestuti and Arifin, 2017).

Kayeli Bay waters are one of the habitats of *S. herrmanni*. This is influenced by the physical properties of the sediments in the Kayeli Bay waters which are of muddy sand. Kayeli Bay is located in the North-East of the Buru sub-district close to the gold mining area on Mount Botak. The gold mining on Mount Botak is geographically located between 127°03'28" east longitude and 3°24'33" south latitude. According to Male et al. (2014) that mining activities in Mount Botak are a trigger for heavy metal pollution on Buru Island.

The mining activities carried out at Mount Botak use simple mining methods with simple tools. Salatutin et al. (2015) explained that the processing of gold required large amounts of water so that the

gold processing unit placed on the riverbank resulted in mercury waste being absorbed in the sediments of the Wamsai river and Kayeli Bay. The research conducted by Male et al. (2014) on mercury levels in sweet shells in Kayeli Bay showed that high levels of mercury were caused by mercury waste which was disposed into the river bodies due to "drum" activities along the slopes of Mount Botak. This caused the Kayeli Bay as the estuary of several rivers on the island of Buru to be affected by mercury heavy metal pollution. The research conducted by Naickera et al. (2003) shows that the groundwater in the mining district is highly contaminated and acidified due to the oxidation of pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) contained in mining wastes, and it increases the concentration of heavy metals. Meanwhile, the deposition of heavy metals Fe in water flow is a consequence of the oxidation of the pyrites. Based on these facts, the traditional gold mining process which occurs in Mount Botak can accumulate heavy metals Hg, Fe, and the rest of Au. According to Cobbina et al. (2013), the waste from gold mining is mercury which is discharged into the environment, so that it can contaminate water bodies through the flow of surface water. The research conducted by Nurcholis et al. (2017) reported that gold mining in the Gunung Mas, Boto village, and Wonogiri area had resulted in the exposure of heavy metals to the environment, and the soil around the mining area had been contaminated by heavy metals Mn, Fe, Pb, Hg and As.

The sea cucumbers have a distinctive morphology with a soft, cylindrical body, extending from the mouth to the anus, and lying on the seafloor (Conand, 2006). Ahmed et al. (2018) report that heavy metal Hg dissolves in fat so that it easily accumulates in the body of the biota and can even accumulate in the nerves and brain. Based on this opinion, the pollution of heavy metals due to traditional mining activities in Mount Botak can accumulate in the meat and intestinal tissues of *S. herrmanni*. Therefore, in this research, we examined the effect of concentrations of heavy metals Hg, Au, and Fe on intestinal villi damage, and examined the histopathology of intestinal villi of *S. herrmanni* which were exposed to heavy metals.

## MATERIALS and METHODS

### Study Area

This research was carried out in the waters of Kayeli Bay, Buru Island, Indonesia (Figure 1). The selected location was the coast in the Kayeli Bay with coordinates Southern Latitude  $3^{\circ}16'32''$ - $3^{\circ}20'10''$  and Eastern Longitude  $127^{\circ}7'18''$ - $127^{\circ}9'42''$ , which were Kodim Asrama Beach (station 1), Kota Namlea Beach (Station 2), Sailong Beach (Station 3), Siahoni Beach (Station 4), Sanleko Beach (Station 5), Muara Waeapo (Station 6), Anahoni Estuary (Station 7), Kayeli Beach (Station 8), Masarete Beach (station 9) and Waelapia Beach (station 10).



**Figure 1.** Location of sample collection. A: station 1, B: station 2, C: station 3, D: station 4, E: station 5, F: station 6, G: station 7, H: station 8, I: station 9, J: station 10.



### Sample Collection

The samples of water, sediment, and specimens of *S. herrmanni* were taken from each station. The samples of *S. herrmanni* sampled randomly at each station as many as 3 individuals (Figure 1). After that, the samples were put into ethylene plastic and labeled. After that, the sample *S. herrmanni* was put into the icebox. And then, all samples were taken to the laboratory.

### Sample Preparation and Analysis of Heavy Metals Hg, Au and Fe

The testing of heavy metals Hg, Au, and Fe for all samples were carried out at the Bandung Geological Survey Central Laboratory, Indonesia. The samples were prepared, reconstructed, and calibration curves were made and then analyzed using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (Warnau et al., 2006). The heavy metal content in the sample (wet weight) was calculated by the equation:

$$ppm = \frac{a}{b}$$

a = the amount of metal  $\mu\text{g}$  from the measurement results with AAS

b = sample weight (5.0 g).

### Histopathology of Intestine Tissue of *Stichopus herrmanni*

The histological preparations followed Ken (1985), with the following steps. (1) The sample was washed, then incised into the abdomen, and then the intestine was taken, (2) The intestine was put into 4% formalin and fixed for 24 hours, (3) After fixation, the tissue was dehydrated into alcohol at 70%, 80 %, 90%, absolute, xylol 1 and xylol 2 for 1 hour each, (4) Intestinal tissue was inserted into a vacuum to remove air from the tissue, (5) The tissue was printed with paraffin blocks, then thinly incised using a microtome, (6) The results of the incision were placed above the waterbath then lifted using a glass object and placed on a hot plate, (7) Then the tools and materials for coloring were prepared, including xylol 1, xylol 2, alcohol absolute, multilevel alcohol, Hematoxylin solution, eosin solution, (8) The results of the incision were arranged in a shelf, then put into xylol 1, xylol 2, absolute alcohol, 90% alcohol, 80% alcohol, 70% alcohol, hematoxylin solution, rinsed with flowing water for 1 week, eosin solution, rinsed with with flowing water for 1 week, 80% alcohol, 90% alcohol, absolute alcohol, xylol 1, xylol 2 each solution was put in for 3 minutes, (9) an adhesive solution was dropped into a glass object and then covered with a glass cover and observed under a microscope. Specifically for intestinal histopathological observations, researchers used one individual *S. herrmanni* to represent each station, so the total number of individuals used for histopathological observation was 9 individuals. Determination of the intestinal tissue damage of *S. herrmanni* used the Hematoxylin Eosin (HE) staining method carried out at the Zoology Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Pattimura University.

### Data Analysis

The obtained data were descriptively analyzed to describe the conditions of the water, sediment and the histology of the tissue of the body of *S. herrmanni* which had been exposed to heavy metals. Furthermore, to analyze the effect of concentration of heavy metals on the damage of the villi of *S. herrmanni* in Kayeli bay, the research data were analyzed using correlation analysis and multiple linear regression to determine the correlation and the effect of the independent variables (heavy metals) partially on the dependent variable (villous damage) with a significant level ( $\alpha = 0.05$ ). The type of correlation used is the Pearson correlation to analyze the relationship between heavy metal concentrations in water, sediment, intestines, and meat with villous damage. Damage to the intestinal villi of *S. herrmanni* was determined based on observations of the histological intestine that experienced necrosis on the surface of the villi. Intestinal necrosis is determined by the characteristics of unclear cell boundaries, and the loss of some or all of the tissue in the intestinal villi. Villi damage was focused on one villi cell in epithelial tissue, then observed 5 times of view and calculated damage in the form of necrosis of *S. herrmanni* is intestinal villi. Regression analysis was used to predict the concentration of heavy metal Hg against villous damage, while three-predictor regression analysis was used to predict the concentration of heavy metals Au and Fe in sediment, water, intestines, and meat against villi damage.

## RESULTS and DISCUSSION

### The Concentration of Heavy Metal in Kayeli Bay

The average measurements of heavy metals Hg, Au, and Fe on the sampled sediment, water, intestine and meat of *S. herrmanni* from Kayeli bay are presented in Table 1.

**Table 1.** The average concentration of heavy metals in the Kayeli bay

Station	Concentration of Heavy Metals (ppm)											
	Sediment			Water			Intestine			Meat		
	Hg	Au	Fe	Hg	Au	Fe	Hg	Au	Fe	Hg	Au	Fe
1	0.112	0.004	0.080	0.00008	0.0005	0.05	0.148	0.001	46	0.607	0.0005	11
2	0.154	0.006	1.690	0.00023	0.0001	0.06	0.156	0.003	111	0.812	0.0039	14
3	0.185	0.004	0.730	0.00008	0.0005	0.13	0.178	0.002	139	0.923	0.0012	17
4	0.148	0.003	0.520	0.00009	0.0003	0.03	0.155	0.001	121	0.615	0.0005	12
5	0.260	0.004	0.970	0.00008	0.0006	2.57	7.305	0.004	1974	2.467	0.0008	16
6	6.855	0.092	0.251	0.00880	0.0007	0.05	0	0	0	0	0	0
7	5.361	0.106	0.255	0.00023	0.0030	0.34	7.163	0.010	6510	14.48	0.0045	27
8	6.595	0.006	0.204	0.00008	0.0002	0.36	2.800	0.009	3603	10.922	0.0041	23
9	0.921	0.008	2.110	0.00008	0.0002	0.58	1.028	0.002	2474	6.310	0.002	22
10	0.133	0.003	1.360	0.00008	0.0020	0.10	0.043	0.001	51	0.404	0.0007	4
<b>Average</b>	<b>2.0724</b>	<b>0.0236</b>	<b>0.817</b>	<b>0.000983</b>	<b>0.00081</b>	<b>0.427</b>	<b>1.8976</b>	<b>0.0033</b>	<b>1502.9</b>	<b>3.754</b>	<b>0.00182</b>	<b>14.6</b>

The concentration of heavy metals in the sediment sample was Hg>Fe>Au, while in the water sample was found to be Fe>Hg>Au (Table 1). The concentration of Hg and Fe was the highest in the sediment sample. The concentration of Au in sediment and water was very low. The results of this study are also supported by the results of research by Asha et al. (2010) that the concentration of heavy metal Fe was found to be higher in sediments when compared to seawater in the Tuticorin coastal area. Abdel-Baki et al. (2011) reported that the concentration of heavy metal Hg was found to be higher in sediments by 14.7 ppb, whereas in seawater it was 0.26 ppb.

Praveena et al. (2008) state that heavy metals dissolved in water bodies or bound together with sediment layers are influenced by the nature of heavy metals, and physicochemical factors such as pH and salinity. High heavy metal concentrations in sediments are caused by sediments that are sedentary at the base as well as being a place to store concentrations of various xenobiotics including heavy metals (Chakraborty and Owens, 2014).

The concentration of heavy metals in intestinal and meat tissues varies. The concentrations of heavy metals in the intestinal and meat samples are Fe>Hg>Au (Table 1). The concentration of Fe found in the intestine of *S. herrmanni* was very high compared to the concentration of Fe in the meat of *S. herrmanni*. According to Warnau et al. (2006), the concentration of heavy metal Fe was found the highest in the intestine of *Holothuria tubulosa*. Meanwhile, the concentration of heavy metal Au in the intestines and meat of *S. herrmanni* was very low. The concentration of heavy metal in the tissue of *S. herrmanni* was influenced by trophic level processes in the food pyramid (Wang, 2002). Nott and Nicolaidou (1989) showed that the highest concentration of heavy metals was found in the digestive gland due to the presence of granular Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> compounds that function as ligands to bind metal ions. Meanwhile, the concentration of heavy metals Cd, Cu, Pb, and Fe was in intestinal tissue very high when compared to that in other tissues (Al-Najjar et al., 2018). Several types of research also show that muscle is a tissue that accumulates lower concentrations of heavy metals when compared to other tissues such as the liver, gills, and intestines (Zhang et al., 2007; El-Moselhy et al., 2014; Annabi et al., 2017).

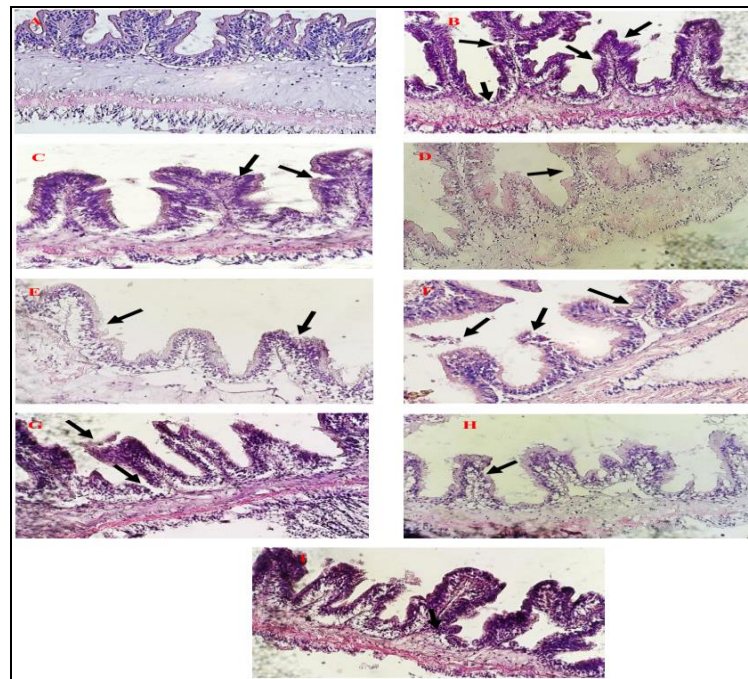
### Tissue Damage of *Stichopus herrmanni* Due to the Concentration of Heavy Metals

Based on the accumulation of heavy metals in the intestine of *Stichopus herrmanni*, it was followed by observation of intestinal histology to find villous damage as a physiological response to the exposure of these heavy metals. Villi damage was observed in the form of necrosis (Figure 2)

The tissue damage is characterized by lysis of the intestinal villi of *S. herrmanni* (Figure 2). The lysis of the intestinal villi at each station was different in appearance. At station 1, it can be seen that the appearance of villi was still normal with epithelial cells lining the outside of the mucosa. Meanwhile, at stations 2, 3, and 4, villous damage was seen. At station 5, 7, 8 and 9, high damage to villi was observed, lysis which was characterized by the loss of some epithelial cells in the intestinal mucus layer. At station 10, the villi reappeared clearer than before, but it still had damage caused by lysis. This means that the concentration of heavy metals tends to increase damage marked by lysis in

villi. The results of this research showed that concentrations of heavy metals in intestinal tissue were higher, which was influenced by the eating behavior and the food eaten by *S. herrmanni*. The type of food eaten by *S. herrmanni* is organic material that accumulates in sediments (Navarro et al., 2013). Moreover, the tentacles of *S. herrmanni* in the form of a shield (peltate) make it easier for sea cucumbers to eat sediments (Tehrani-fard et al., 2011). Jakimska et al. (2011) added that the highest metabolic activity occurs in duodenal organs and allows the biota to absorb the largest amount of metal with the assistance of binding proteins such as metallothionein.

The lysis of villi was calculated from the intestinal preparations of *S. herrmanni* taken from each sampling station (except station 6) (Table 2, Figure 3). The number of damaged intestinal villi of *S. herrmanni* where lysis occurred on each station in Kayeli Bay ranged from 5-15. The most damaged villi were found at station 7, and the least damaged villi were found at station 1. No species of *S. herrmanni* was found at station 6 so that no observation of damage villi was carried out at this station (Table 2, Figure 3).

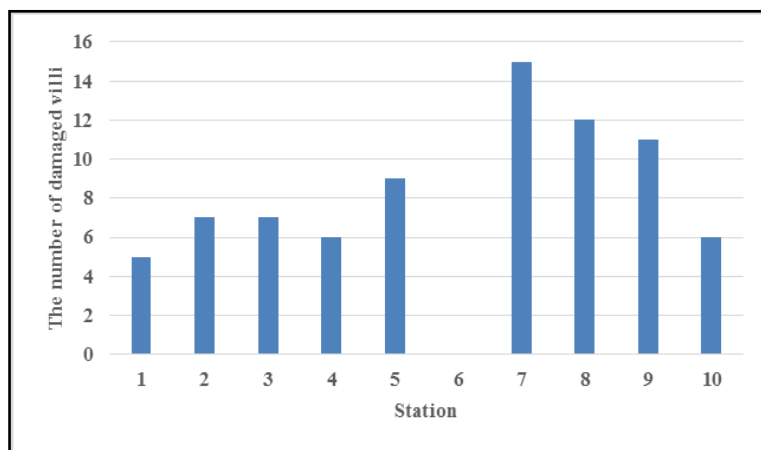


**Figure 2.** Results of the staining of the intestinal tissue of *S. herrmanni* by using Hematoxylin Eosin (HE) staining. Observations using an olympus microscope for shooting slides with 1000x magnification. Picture with notation: A) station 1; B) station 2; C) station 3; D) station 4; E) station 5; F) station 7; G) Station 8; H) station 9; and I) station 10. Note: black arrows indicate lysis of villi.

**Table 2.** The number of damaged villi of *S. herrmanni* at each station in Kayeli Bay

Station	The number of damaged villi					Total
	I	II	III	IV	V	
1	0	1	2	1	1	5
2	1	2	1	1	2	7
3	2	0	2	2	1	7
4	1	1	1	1	2	6
5	1	1	3	2	2	9
6				n.f		
7	3	2	3	4	3	15
8	2	3	2	2	3	12
9	3	1	2	3	2	11
10	1	2	0	2	1	6

Note: n.f: not found *S. Herrmanni*



**Figure 3.** The number of intestinal villi of *S. herrmanni* which experienced cell damage at each station in Kayeli Bay.

At station 1, there were 5 damaged intestinal villi of *S. herrmanni*, while at station 2 and 3 there were 7 damaged villi. Station 4 had 6 damaged villi, and at station 5 there were 9 villi that experienced lysis (Figure 2, Table 2). Furthermore, station 7 had the highest lysis rate in villi reaching 15, followed by station 8 with 12 villi. The number of damaged villi decreased again at station 9 with 11 villi and continued to decline at station 10 with 6 villi experiencing lysis (Figure 2, Table 2). The results of this research showed that the intestinal cells of *S. herrmanni* were very sensitive to heavy metals concentrated in the waters of Kayeli bay. This caused lysis (necrosis) in the intestinal tissue. Sultana et al. (2016) explained that the stages of necrosis in intestinal cells began with an erosion of the intestinal mucosal layer, collection of cells that had undergone inflammation, swelling of the intestinal mucus layer, followed by bleeding, and the peak was cell degeneration and necrosis.

#### **The Effects of the Concentration of Hg, Au, and Fe on the Intestinal Villi Damage of *S. herrmanni***

The results of the partial correlation analysis of the concentration of heavy metals in sediments, water, intestines and meat toward the damage of intestinal villi of *S. herrmanni* showed that several variables had a significant correlation with a heavy metal concentration in the intestine of *S. herrmanni*. Of the four variables tested, only the water factor did not have a significant correlation with the damage of the intestinal villi of *S. herrmanni* (Table 3).

**Table 3.** The results of the correlation analysis between the concentration of heavy metals in water, sediments, intestines, and meat with the damage to villi.

Variant sources	Sediment	Pearson Correlation			Damage to Villi	
		Water	Intestine	Meat	P. correlation	Sig.
<b>Hg</b>	Sediment	1			0.76	0.017
	Water	0.641	1		0.383	0.31
	Intestine	0.802	0.365	1	0.964	0.000
	Meat	0.959	0.537	0.935	1	0.896
<b>Au</b>	Sediment	1			0.862	0.003
	Water	0.628	1		0.425	0.254
	Intestine	0.932	0.419	1	0.882	0.002
	Meat	0.767	0.226	0.821	1	0.745
<b>Fe</b>	Sediment	1			0.852	0.004
	Water	0.004	1		0.217	0.575
	Intestine	0.769	0.207	1	0.973	0.000
	Meat	0.665	0.159	0.847	1	0.899

Heavy metals Hg, Au, and Fe found in sediments, intestines and meat had a positive correlation because of the sig. value  $<\alpha= 0.05$ , while heavy metals Hg, Au, and Fe found in seawater had a negative correlation because of the sig. value  $>\alpha= 0.05$  (Table 3). If it is associated with how strong a correlation is, then the heavy metals in sediments, intestines, and meat partially have a strong

correlation because the value of the correlation coefficient (P-correlation) is almost 1 (Table 3). According to Ahmed et al. (2018), heavy metals Hg that enter the marine ecosystems accumulate in sediments so that they can pose risks to benthic biota and further risks to consumers. This means that a high concentration of heavy metals in the sediment is correlated with the concentration of heavy metals in the intestine and meat. Madkour et al. (2011) reported that *Galatea paradoxa* is a species whose habitat is on the sedimentary water surface, thus heavy metal contamination in sediments can also contaminate tissue significantly.

On the other hand, partially sediment, intestine and meat factors have a strong correlation with the damage of intestinal villi of *S. herrmanni*, while the water factor is not correlated with the damage of intestinal villi of *S. herrmanni*. Thus, it can be concluded that the high concentration of heavy metals (Hg, Au, and Fe) in sediments has a correlation with the high concentration of heavy metals (Hg, Au, and Fe) in meat and intestines; and the high concentration of heavy metals (Hg, Au, and Fe) in the intestine has a correlation with the high concentration of heavy metals (Hg, Au, and Fe) on the intestinal villi damage. This research is supported by the research conducted by Asha et al. (2010) that the concentration of heavy metal Fe in sediments is found to be higher than the other heavy metals in sediment. The concentration in this sediment has a correlation with the concentration in bivalve animals. Another research conducted by Lin et al. (2018) on the sea cucumber *Acaudina leucoprocta* in the East China sea showed that the part that has very high concentrations of heavy metal Pb is the intestine and body compartment. This is because sea cucumbers eat by swallowing seawater and mud which has been contaminated by heavy metal Pb, besides the body wall of the sea cucumbers secretes sticky mucus which allows it to absorb heavy metals in the mud. This means that there is a correlation between the concentration of heavy metals in sediments and the concentration of heavy metals in the intestine of *S. herrmanni*.

**Table 4.** The results of the regression analysis on the effect of heavy metal concentration in water, sediment, intestine, and meat on the damage of villi of *S. herrmanni*

Variant sources	R	Model Summary		Sig. Regression	Equation
		R <sub>square</sub>	Sig. F <sub>change</sub>		
<b>Hg</b>	0.965	0.935	0.012	Sediment	0.689
				Water	0.63
				Intestine	0.56
				Meat	0.741
<b>Au</b>	0.89	0.792	0.112	Sediment	0.726
				Water	0.948
				Intestine	0.549
				Meat	0.905
<b>Fe</b>	0.998	0.995	0.000	Sediment	0.008
				Water	0.146
				Intestine	0.002
				Meat	0.016

The significance test of the multiple correlations from Table 4 obtained the value of  $R_{\text{square}} = 0.935$  with a probability value (Sig.  $F_{\text{Change}}$ ) of  $0.012 < \alpha = 0.05$ . This shows that there is a significant effect on the damage of Villi. In addition, the regression equation obtained was  $(Y) = 6.100 + 0.001 (X3)$ , this indicates that the damage of Villi was affected by the third factor, the heavy metal Hg factor in the intestine.

Metal Au shows that the simultaneous effect of sediment, water, intestine and meat factors on the damage of Villi has a correlation coefficient of 0.890,  $R_{\text{square}} = 0.792$  with probability value (Sig.  $F_{\text{Change}}$ ) is  $0.112 > \alpha = 0.05$ . This indicates that overall the metal Au does not have an effect on the damage of villi even though it has a big R-value.

The significance test of the effect of the concentration of metal Fe on the damage of intestinal villi of *S. herrmanni* (Table 4) shows that the effect of sediment, water, intestine and meat factors on the damage of cell has a correlation coefficient of 0.998,  $R_{\text{square}}$  value = 0.995 and probability value (Sig.  $F_{\text{Change}}$ )  $0.000 < \alpha = 0.05$ . This indicates that there is a significant effect on the damage of intestinal villi. The regression equation obtained is  $(Y = 8.610 + 0.008 (X1) + 0.002 (X3) + 0.016 (X4))$ . This indicates that the damage of villi is simultaneously affected by heavy metals concentrated in sediments,

intestines, and meat. This test proves that the damage of the intestinal villi is caused by high concentrations of heavy metal Fe in the intestine and meat. Accumulation of heavy metals in the intestine is influenced by food sources. Jinadasa et al. (2014) explained that sea cucumbers could accumulate heavy metals through food consumption. Meanwhile, Kumar et al. (2012) added that Fe metal is one type of essential metal that functions as an enzyme cofactor in cell metabolism so that its concentration is found to be higher in organisms. The heavy metals belonging to non-essential elements have relatively lower concentrations, for example, Hg. This indicates that the heavy metal Fe is an essential element in the tissue of living organisms because it is a material for hemoglobin synthesis so that it increases higher in the tissue of *S. herrmanni* compared to heavy metals Hg and Au.

## CONCLUSION

This research was conducted to provide information that heavy metals Hg, Fe, and Au on 10 stations in Kayeli Bay, Buru Island were concentrated on water, sediment, intestines, and meat of *Stichopus herrmanni*. The results showed that the highest Hg concentration in water was 0,000983 ppm, while the highest Fe metal concentration in sediment, intestine, and meat were 0.817 ppm, 0.427 ppm, and 1502.9 ppm, respectively. The accumulation of heavy metals in the intestine *S. herrmanni* caused damage to villi in the form of necrosis, the most severe villi damage was in *S. herrmanni* at station 7, and the least damage was at station 1. Correlation analysis showed that there was a positive relationship between heavy metals Hg, Au, and Fe in sediment, intestine, and meat, while heavy metals Hg, Au, and Fe in seawater have a negative relationship. Meanwhile, one predictor regression analysis showed that the factor that caused damage to villi was the concentration of heavy metal Hg in the intestine. Three-predictor regression analysis showed that the factors that caused damage to villi were the simultaneous effects of heavy metal concentrations of Fe on sediment, intestine, and meat. While the analysis of three predictors for heavy metal Au did not show the effect of damage to the villi, due to the low concentration of heavy metal Au. Heavy metal accumulations are toxic, accumulating in seawater, sediments, intestines, and meat from *S. herrmanni*.

**Acknowledgments:** The author would like to thank the Head Bandung Geological Survey Central Laboratory with staff, to the Head of the Zoology Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Pattimura University and the staffs who have provided the facilities for the author to conduct this research until the final stages of writing this article.

## REFERENCES

- Abdel-Baki, A.S., Dkhil, M.A., & Al-Quraishy, S. (2011). Bioaccumulation of Some Heavy Metals in Tilapia Fish relevant to their Concentration in Water and Sediment of Wadi Hanifah, Saudi Arabia. *African Journal of Biotechnology*, 10 (13), 2541-2547. <https://doi.org/10.5897/AJB10.1772>.
- Ahmed, Q., Bat, L., & Ali, Q.M. (2018). Analysis of mercury (Hg) in four Holothurians species (Phylum-Echinodermata) from Karachi Coast-Northern Arabian Sea. *Aquatic Research*, 1 (2), 55-63. <https://doi.org/10.3153/AR18007>.
- Al-Najjar, T., Alshabi, M., Wahsha, M., & Abu-Hilal, A. (2018). Trace metals concentration of Sea Cucumber (*Actinophya bannwarth* and *Holothuria impatiens*) from the Red Sea, Gulf of Aqaba. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (5A), 3740-3745.
- Al-Naggar, Y., Khalil, M.S., & Ghorab, M.A. (2018). Environmental pollution by heavy metals in the aquatic ecosystems of Egypt. *J. of Toxicol.* 3 (1), 001-009. <https://doi.org/10.19080/OAJT.2018.03.555603>.
- Annabi, A., El Mouadeb, R., & Herrel, A. (2017). Distinctive accumulation patterns of heavy metals in *Sardinella aurita* (Clupeidae) and *Mugil cephalus* (Mugilidae) tissues. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (3), 2623-2629. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0703-x>.
- Asha, P.S., Krishnakumar, P. K., Kaladharan, P., Prema, D., Diwakar, K., Valsala, K.K., & Bhat, G.S. (2010). Heavy metal concentration in sea water, sediment and bivalves of Tuticorin. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 52 (1), 48-54.
- Cobbina, S.J., Myilla, M., & Michael, K. (2013). Small scale gold mining and heavy metal pollution: assessment of drinking water sources In Datuku In The Talensi-Nabdam District. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2 (1), 96-100.

- Conand, C. (2006). *Sea Cucumber biology, taxonomy, distribution and conservation status*. Proceedings of the CITES workshop on the conservation of sea cucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. NOAA Technical Memorandum NMFSOPR 34, Silver Spring, MD 244 pp.
- Caussy, D., Gochfeld, M., Gurzau, E., Neagu, C., & Ruedel, H. (2003). Lessons from case studies of metals: investigating exposure, bioavailability, and risk. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 56 (1), 45-51.
- Chakraborty, S., & Owens, G. (2014). Metal distributions in seawater, sediment and marine benthic macroalgae from the South Australian coastline. *International Journal Environmental Science Technology*, 11, 1259-1270. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0310-4>.
- Chen, Z., Meyer, L.M., Quetel, C., Donard, O.F.X., Self, R.L.F., Jumars, P.A., & Weston, D.P. (2000). High concentrations of complexed metals in the guts of deposit feeders. *Limnology and Oceanography*, 45 (6), 1358-1367. <https://doi.org/10.4319/lo.2000.45.6.1358>.
- El-Moselhy, Kh. M., Othman, A.I., El-Azem, H. Abd., & El-Metwally, M.E.A. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1 (2), 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2014.06.001>.
- Flammang, P., Warnau, M., Temara, A., Lane, D.J.W., & Jangoux, M. (1997). Heavy metals in *Diadema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) from Singapore coral reefs. *Journal of Sea Research*, 38 (1), 35-45. [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(97\)00033-6](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(97)00033-6).
- Gbaruko, B.C., & Friday, O.U. (2007). Bioaccumulation of heavy metals in some fauna and flore. *International journal of Environmental Science and Technology*, 4 (2), 197-202. <https://doi.org/10.1007/BF03326274>.
- Hashmi, M.I., Thilakar, P., Hussein, M.A.B.S., & Hoque, Z. (2014). Determination of seven heavy metals in eight species of sea cucumbers. *Science International*, 26 (1), 261-262.
- Ismail, H., Punithamalar, A., Sakian, N.I.M., & Hashim, R. (2004). Heavy metal concentration in body walls of Malaysian sea cucumbers. *Jurnal Sains Kesihatan Malaysia*, 2 (1), 75-79.
- Jinadasa, B.K.K.K., Samantha R.I., & Wicramasinghe, I. (2014). Trace metal accumulation in tissue of sea cucumber species; North-Western Sea of Sri Lanka. *American Journal of Public Health Research*, 2 (5), 1-5. <https://doi.org/10.12691/ajphr-2-5A-1>.
- Jakimska, A., Konieczka, P. Skóra, K., & Namieśnik, J. (2011). Bioaccumulation of metals in tissues of marine animals, part I: the role and impact of heavy metals on organisms. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20 (5), 1117-1125.
- Ken, A. (1985). *Laboratory manual histopathology*. ATA-219. Balitvet project.
- Kumara, C.S., Jaikumar, M., Robin R.S., Karthikeyan, P., & Kumar, C.S. (2013). Heavy metal concentration of sea water and marine organisms in Ennore Creek, Southeast Coast of India. *Photon*, 103, 192-201.
- Kumar, B., Sajwan, K.S., & Mukherjee, D.P. (2012). Distribution of Heavy Metals in Valuable Coastal Fishes from North East Coast of India. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 81-88. [https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12\\_1\\_10](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_1_10).
- Khaled, A. (2004). Heavy metal concentrations in certain tissues of five commercially important fishes from El-Mex Bay, Alexandria, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 8 (1), 51-64.
- Khalaf, M.A., Al-Najjar, T., Alawi, M., & Disi, A.M. (2012). Levels of trace metals in three fish species *Decapterus macrellus*, *Decapterus macrosoms* and *Decapterus russelli* of the family Carangidae from the Gulf of Aqaba, Red Sea, Jordan. *Natural Science*, 4, 362-367. <https://doi.org/10.4236/ns.2012.46050>.
- Lorenzon, S., Francese, M., Smith, V.J., & Ferrero, E.A. (2001). Heavy metals affect the circulating haemocyte number in the shrimp *Palaemon elegans*. *Fish and Shellfish Immunology*, 11, 459-472. <https://doi.org/10.1006/fsim.2000.0321>.
- Liu, J.L., Xu, X.R., Ding, Z.H., Peng, J.X., Jin, M.H., Wang, Y.S., Hong, Y.G., & Yue, W.Z. (2015). Heavy metals in wild marine fish from South China Sea: levels, tissue- and species-specific accumulation and potential risk to humans. *Ecotoxicology*, 24 (7-8), 1583-1592. <https://doi.org/10.1007/s10646-015-1451-7>.
- Lin, S.J., Chen, L.F., Jia, Y.B., Xiao, H.L., Xue, Y.P., & Zheng, Y.G. (2018). Distribution and Chemoenzymatic Removal of Heavy Metals in Sea Cucumber *Acaudina leucoprocta*. *Food Science and Technology Research*, 24 (2), 223-229. <https://doi.org/10.3136/fstr.24.223>.
- Mohiuddin, K.M., Ogawa, Y., Zakir, H.M., Otomo, K., & Shikazono, N. (2011). Heavy metals contamination in water and sediments of an urban river in a developing country. *International journal of Environmental Science and Technology*, 8 (4), 723-736. <https://doi.org/10.1007/BF03326257>.
- Madkour, G.H.A., Obirikorang, K.A., Amisah, S., Otchere, F.A., & Adjei-Boateng, D. (2011). Relationship between heavy metal concentrations in bottom sediments and the clam, *Galatea paradoxa* (Born 1778) from the Volta Estuary. *Journal of Environmental Protection*, 2 (6), 720-728. <https://doi.org/10.4236/jep.2011.26083>.
- Male, Y.T., Nanlohy, A.C., & Asriningsih. (2014). Introduction analysis of several levels of the mercury (Hg) in shells. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 2 (1), 136-141.

- Naickera, K., Cukrowskaa, E., & McCarthy, T.S. (2003). Acid mine drainage arising from gold mining activity in Johannesburg, South Africa and Environs. *Environmental Pollution*, 122 (1), 29-40. [https://doi.org/10.1016/s0269-7491\(02\)00281-6](https://doi.org/10.1016/s0269-7491(02)00281-6).
- Navarro, P. G., Garcia-Sanz, S., Barrio, J.M., & Tuya, F. (2013). Feeding and movement patterns of the sea cucumber *Holothuria sanctori*. *Marine Biology*, 160 (11), 2957-2966. <https://doi.org/10.1007/s00227-013-2286-5>.
- Nurcholis, M., Yudiantoro, D.F., Haryanto, D., & Mirzam, A. (2017). Heavy metals distribution in the artisanal gold mining area in Wonogiri. *Indonesian Journal of Geography*, 49 (2), 133-144. <https://doi.org/10.22146/ijg.15321>.
- Nott, J.A., & Nicolaidou, A. (1989). Metals in gastropods-metabolism and bioreduction. *Marine Environmental Research*, 28 (1-4), 201-205. [https://doi.org/10.1016/0141-1136\(89\)90225-0](https://doi.org/10.1016/0141-1136(89)90225-0).
- Nindyapuspa, A., & Ni'am, A.C. (2017). Distribution of heavy metals (Cu and Fe) in sea water of Gresik coastal area. *The 2<sup>nd</sup> International Conference on Energy, Environmental and Information System (ICENIS 2017)*, 31, 1-3. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183104012>.
- Pangestuti, R., & Arifin, Z. (2017). Medicinal and health benefit effects of functional sea cucumbers. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8 (3), 341-351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcm.2017.06.007>.
- Purcell, S.W., Conand, C., Uthicke, S., & Byrne, M. (2016). Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 54, 367-386. <https://doi.org/10.1201/9781315368597-8>.
- Praveena, S.M., Ahmed, A., Radojevic, M., Abdullah, M.H., & Aris, A.Z. (2008). Heavy metals in mangrove surface sediment of Mengkabong Lagoon, Sabah: multivariate and geo-accumulation index approaches. *International Journal of Environmental Research*, 2 (2), 139-148. <https://doi.org/10.22059/IJER.2010.186>.
- Rumahlatu, D. (2017). Cadmium induces the activation and expression of mtf-1 protein as a biomolecular response of sea urchins *Diadema setosum* (Leske, 1778) at Ambon Bay, Maluku Province. *Omni-Akuatika*, 13 (2), 155-162. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2017.13.2.290>.
- Rumahlatu, D., & Huliselan, E.K. (2016). Monitoring (Hg) pollution at Ambon Bay: the Use of *Apogon beauforti* as bioindicator. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 21 (3), 117-122. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.21.3.117-122>.
- Rumahlatu, D., & Leiwakabessy, F. (2016). The use of molecular markers metalothionein protein for monitoring marine pollution due to heavy metals mercury in *Apogon beauforti* in Ambon Bay. *Waste Technology*, 4 (2), 9-14. <http://dx.doi.org/10.12777/wastech.4.2.9-14>.
- Salatutin, F.M., Batawi, C.Y., Lessil, C.Y., & Male, Y.T. (2015). Analysis of mercury (Hg) distribution in the Waeapo river irrigation area, Buru Regency, Maluku Province, gold mining without permission result in Botak Mountain Area. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 3 (1), 270-276.
- Sultana, R.T., Butt, K., Sultana, S., Al-Ghanim, K.A., Mubashra, R., Bashir, N., Ahmed, Z., Ashraf, A., & Mahboob, S. (2016). Histopathological changes in liver, gills and intestine of *Labeo rohita* inhabiting industrial waste contaminated water of river. *Pakistan Journal of Zoology*, 48 (4), 1171-1177.
- Tehrani-fard, A., Oryan, S., & Vosoghi, G. (2011). Introducing a Holothurian sea cucumber species *Stichopus hermanni* form Kish island in the Persian Gulf in Iran. *International Conference on Environment and Industrial Innovation IPCBEE*, 12, 138-143.
- Warnau, M., Dutrieux, S., Ledent, G., Rodriguez, A.M., Baena, Y., & Dúbois, P. (2006). Heavy metals in the sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) from The Mediterranean Posidonia Oceanica Ecosystem: body compartment, seasonal, geographical and bathymetric variations. *Environmental Bioindicators*, 1 (4), 1-18. <https://doi.org/10.1080/15555270601034388>.
- Wang, W.X. (2002). Interactions of trace metals and different marine food chains. *Marine Ecology Progress Series*, 243, 295-309. <https://doi.org/10.3354/meps243295>.
- Ziyaadini, M., Yousefiyanpour, Z., Ghasemzadeh, J., & Zahedi, M.M. (2017). Biota-sediment accumulation factor and concentration of heavy metals (Hg, Cd, As, Ni, Pb and Cu) in sediments and tissues of *Chiton lamyi* (Mollusca: Polyplacophora: Chitonidae) in Chabahar Bay, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16 (4), 1123-1134.
- Zhang, Z., He, L., Li, J., & Wu, Z.B. (2007). Analysis of heavy metals of muscle and intestine tissue in fish-in banan section of chongqing from Three Gorges Reservoir, China. *Polish Journal of Environmental Studies*, 16 (6), 949-958.



**Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) Su Kalitesinin Faktör Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi****Nurhayat DALKIRAN<sup>1\*</sup>**, **Didem KARACAOĞLU<sup>1</sup>**, **Dilara TAŞ<sup>2</sup>**, **Güllü KARABAYIRLI<sup>2</sup>**, **Sevil ATAK<sup>2,3</sup>**, **Tuğçe N. ARDA KOŞUCU<sup>3</sup>**, **Firuze COŞKUN<sup>2,3</sup>**, **Enis AKAY<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Bursa, Türkiye<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D. Bursa, Türkiye<sup>3</sup>BUSKİ Havza Koruma Dairesi Başkanlığı, İçme Suyu Laboratuvarı Bursa, Türkiye\*Sorumlu Yazar: [dalkiran@uludag.edu.tr](mailto:dalkiran@uludag.edu.tr)**Araştırma Makalesi**

Geliş 26 Ağustos 2019; Kabul 28 Kasım 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Taş, D., Karabayırlı, G., Atak, S., Arda Koşucu, T.N., Coşkun, F., & Akay, E. (2020). Mustafakemalpaşa Çayı'nın (Bursa) su kalitesinin faktör analizi kullanılarak değerlendirilmesi. *Acta Aqatica Turcica*, 16(1), 124-137. <https://doi.org/10.22392/actaauatr.610888>**Özet**

Bu çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı'nda belirlenen iki örnekleme noktasından Ekim 2016 - Eylül 2017 tarihleri arasında aylık olarak alınan su örneklerinde bazı fizikokimyasal ve ağır metal analizi sonuçları akarsuyun su kalitesini belirlemek için değerlendirilmiştir. Veri setine Ana Bileşenler Analizi/Açıklayıcı Faktör Analizi uygulanmış ve toplam varyansın % 76,426'sını açıklayan üç faktör yükü belirlenmiştir. Faktör I'de bikarbonat, bor, arsenik, antimon, sodyum ve kalsiyumun kuvvetli pozitif faktör yükü oluşturduğu ve toplam varyansın % 28,76'sını açıkladığı tespit edilmiştir. Faktör II toplam varyansın % 25,999'unu açıklamış, bu faktörde alüminyum, demir ve toplam azot kuvvetli negatif, magnezyum ve sülfat ise pozitif faktör yükü oluşturmuştur. Faktör III'te çözülmüş oksijen negatif, florür, fosfat fosforu ve silis ise pozitif faktör yükü oluşturmuştur. Bu faktör toplam varyansın % 21,667'sini kapsamıştır. Her üç faktör yükünün havzanın madencilik faaliyetleri ve jeolojik yapısını yansıttığı, daha az oranda ise havzada yapılan tarımsal faaliyetlerin baskı unsuru oluşturduğu belirlenmiştir. Çalışmada ölçülen fizikokimyasal değişkenlerin ve bazı ağır metal analizlerinin yıllık ortalamaları ulusal yönetmeliklerdeki standart değerler ile karşılaştırılmıştır. Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen bazı ağır metallerin (bor, arsenik, cıva, krom, nikel, alüminyum ve demir) Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre yıllık ortalama çevresel kalite standardı ve/veya maksimum çevresel kalite standardının üstünde olduğu tespit edilmiştir. Nitrat azotu hariç tüm besin tuzlarının ise II. ya da III. sınıf su kalitesini yansıttığı, toplam fosfor derişimi açısından akarsuyun ötrofik karakterde, toplam azot miktarı açısından ise akarsuyun mezotrofik ile ötrofik karakter arasında olduğu tespit edilmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı bulunduğu bölgede tarım arazilerinin sulanması için çok önemli bir su kaynağı olduğu için sulama suyu kriterleri açısından da su kalitesi araştırılmış ve akarsuyun sulama suyu kalitesinin yüksek bor derişimi dışında iyi kalitede olduğu tespit edilmiştir. Ancak Mustafakemalpaşa Çayı'nda tespit edilen yüksek bor derişiminin bora yüksek tolerans gösteren bitkiler için belirlenen sınır değerini iki kat üstünde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mustafakemalpaşa Çayı, su kalitesi, ağır metaller, sulama suyu, açıklayıcı faktör analizi**Use of Factor Analysis to Evaluate the Water Quality of Mustafakemalpaşa Stream (Bursa)****Abstract**

In this study, to determine the water quality, some physicochemical and heavy metal analysis results of water samples taken from two sampling points in Mustafakemalpaşa Stream among October 2016 - September 2017 were evaluated. Principal Component Analysis/Explanatory Factor Analysis was applied to the data set and three factor loadings, explaining 76.426% of the total variance were determined. In Factor I, it was determined that bicarbonate, boron, arsenic, antimony, sodium and calcium caused a strong positive factor load and explained 28.76% of the total variance. Factor II explained 25.999% of the total variance. In this factor, aluminum, iron and total nitrogen were strongly negative and magnesium and sulfate were positive factor loadings. Dissolved oxygen was negative in factor III, and fluoride, phosphate phosphorus, and silica had a positive factor load. This factor covered 21.667% of the total variance. It was determined that all three factors reflect the mining activities and geological structure of the basin, and to a lesser extent, agricultural activities in the basin constitute a pressure factor. The annual averages of physicochemical variables and some heavy metal analyzes results which measured in the study were compared with the standard values in national regulations. Some heavy metals (boron, arsenic, mercury, chromium, nickel, aluminum and iron) measured in Mustafakemalpaşa Stream are found to be above the annual average environmental quality standard and / or maximum environmental quality standard according to the Surface Water

Quality Regulation. It was determined that all nutrients except nitrate nitrogen reflect II. or III. class water quality and the stream is eutrophic in terms of total phosphorus and between a mesotrophic and eutrophic character in terms of total nitrogen concentrations. Since Mustafakemalpaşa stream is an important source of water for irrigating agricultural lands, water quality was also investigated in terms of irrigation water criteria and the water quality of the stream was good quality except for high boron concentration. However, it was found that the high boron concentration detected in Mustafakemalpaşa Stream was two times higher than the limit value for the plants with high tolerance to boron.

*Keywords:* Mustafakemalpaşa Stream, water quality, heavy metals, irrigation water, explanatory factor analysis

## GİRİŞ

Canlıların varlığını sürdürebilmesi için en önemli doğal kaynaklardan biri sudur. Günümüzdeki en önemli çevresel problemlerden biri ise su kirliliğidir. Su kaynaklarının kirlenmesi hem su içi canlılarına hem de sudan içme, kullanma ve sulama suyu olarak yararlanan insanlar için büyük sorun teşkil etmektedir. Su kaynaklarının insan ve çevre sağlığının korunması için sürekli izlenmesi ve gerekli koruma tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmalar yerüstü sularımızın (göl ve akarsular) yaklaşık 1/3'ünün hassas su kütlesi olduğunu göstermiştir (HSKY, 2016).

Günümüzde su kaynaklarının üzerinde oluşan kirlilik ve diğer çevresel baskıları belirlemek için istatistiksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Tek ve iki değişkenli istatistiksel analizler iki değişken arasındaki ilişkiyi açıklayan analizler oldukları için birçok kirleticinin bir arada bulunduğu su kaynaklarında hangi kirleticici/kirleticilerin su kaynağı üzerinde baskı oluşturduğunu çok iyi açıklayamazlar. Çok değişkenli istatistiksel analizler ise çok sayıda değişken arasındaki ilişkileri ve su kalitesi üzerine muhtemel çevresel baskıları açıklayabilen analizlerdir. Bu nedenle su kütleleri üzerindeki muhtemel çevresel baskıları araştırmak için sıklıkla kullanılırlar (Shrestha ve Kazama, 2007; Varol vd., 2012; 2013; Köse vd., 2014; Tokatlı vd., 2014; Şimşek vd., 2017). Bu çok değişkenli analizlerden bir tanesi Açıklayıcı Faktör Analizidir. Faktör analizi çeşitli amaçlar için kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Faktör analizi büyük veri setlerinin yorumlanması, su kalitesinin değerlendirilmesi, değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gibi çeşitli amaçlar için yaygın olarak kullanılmakta olup, literatürde bu analizin uygulandığı çok sayıda araştırma mevcuttur (Liu vd., 2003; Tokatlı vd., 2016).

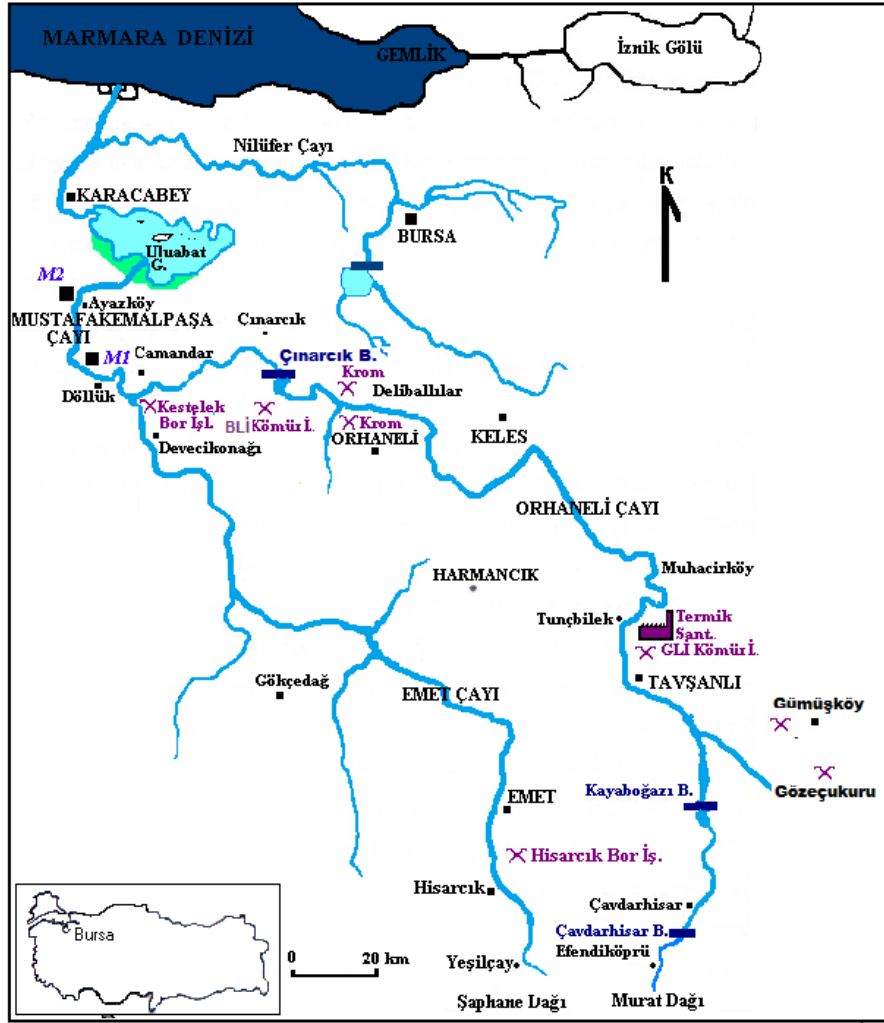
Mustafakemalpaşa Çayı Orhaneli ve Emet çaylarının birleşmesi ile oluşan Susurluk Havzası içinde kalan çok önemli bir su kaynağımızdır. Geçmiş yıllarda Orhaneli ve Emet çaylarında B, As, Ag kirliliği araştırılmış ve kirlilik kaynakları tartışılmıştır (Arslan ve Çelik, 2015; Tokatlı vd., 2013; 2014; 2016). Ancak Emet ve Orhaneli çaylarının birleşmesi ile oluşan ve ülkemizin 14 RAMSAR alanından biri olan Uluabat Gölü'nü besleyen Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesi ve ağır metal içeriği ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıda (Semiz, 2014; Omwene vd., 2019). Mustafakemalpaşa Çayı Kemalpaşa Ovası'nın sulama suyu ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılaması nedeniyle de bölgenin önemli bir su kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle akarsuyun su kalitesinin belirlenmesi çok önemlidir.

Bu çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesi üzerinde baskı unsuru oluşturabilecek kirlilik kaynaklarını açıklayıcı faktör analizi (AFA) kullanılarak belirlemek ve akarsuyun su kalitesini bazı ulusal yönetmeliklere göre değerlendirmek amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Çalışma Alanı

Mustafakemalpaşa (Kirmasti) Çayı, Susurluk Havzası'nın bir alt havzası olan Uluabat Gölü Alt Havzası'nda yer alan ve gölü besleyen en önemli kaynaktır. Mustafakemalpaşa Çayı üzerinde mambadan mansaba doğru Döllük (M1) ve Ayazköy (M2) olmak üzere iki örnekleme noktası belirlenmiştir. Döllük istasyonu Mustafakemalpaşa İlçesi'nin mambasında yer alırken, Ayazköy istasyonu ise mansabında bulunmaktadır. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Uluabat Gölü alt havzası ve örnekleme noktaları

Mustafakemalpaşa Çayı, Orhanlı ve Emet çaylarının Mustafakemalpaşa ilçesi Camandar Köyü mevkiinde birleşmesi ile oluşur ve yaklaşık 43 km sonra Uluabat Gölü'ne dökülür. Orhanlı Çayı, Kütahya ili Çavdarhisar Beldesi'nde Murat Dağı'nın kuzey yamaçlarından doğmakta ve yaklaşık 276 km akış yolu kat etmektedir. Emet Çayı ise Kütahya ili Gediz ilçesinde Şaphane Dağı'nda 1100 m'de doğmakta ve yaklaşık 180 km aktıktan sonra Orhanlı Çayı ile birleşmektedir (Anonim, 1982). Her iki çayın da büyük kısmı Kütahya ili sınırları içinden geçmekte ve bu nedenle bu bölgelerde oluşan kirliliği, madencilik faaliyetlerini ve havzanın jeolojik yapısını önemli ölçüde Mustafakemalpaşa Çayı'na taşımaktadırlar. Bu nedenle bu iki çayda oluşan kirlilik doğrudan Mustafakemalpaşa Çayı'na ve akabinde de ülkemizin 14 RAMSAR alanından biri olan Uluabat Gölü'ne yansımaktadır.

Mustafakemalpaşa Çayı'ndan alınan su ile Mustafakemalpaşa Ovası'nda bulunan yaklaşık 165.000 dekar ekim alanına sulama suyu verilmektedir. En çok sulanan ürünler ise 48.867,39 dekar ekim alanı ile mısır, 22.889,39 dekar ekim alanı ile sebzedir (Anonim, 2016). Bunun yaklaşık 15.000 dekarında domates üretilmektedir.

### Havzanın jeolojik yapısı

Mustafakemalpaşa Çayı'nı besleyen iki büyük akarsu olan Orhanlı ve Emet çaylarının havzalarının büyük kısmı Kütahya İli sınırları içinde kalmaktadır. Kütahya ülkemizin en önemli maden kaynaklarının bulunduğu ilimizden biridir. Bu madenlerden bir tanesi bor madenidir. Kütahya Emet'te bulunan borat yatağında Ca-boratlardan kolemanit ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) ve meyerhofferit ( $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ); Ca/Na boratlardan üleksit ( $\text{NaCaB}_5\text{O}_9\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) ve propretit ( $\text{NaCaB}_3\text{O}_9\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ); Mg-boratlardan hidroborasit ( $\text{CaMgB}_6\text{O}_{11}\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ve borasit ( $\text{MgB}_7\text{O}_{13}\text{Cl}$ ); As-boratlardan terrujit ( $\text{Ca}_4\text{MgAs}_2\text{B}_{12}\text{O}_{28}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ve kahnit ( $\text{Ca}_2\text{BAsO}_6\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ve Sr-boratlardan tunellit ( $\text{SrB}_6\text{O}_{10}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) ve

viçit-A ( $\text{Sr}_4\text{B}_{22}\text{O}_{37}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) bulunmaktadır (Helvacı, 1984; 2003; 2015a, b). Eti Maden Emet Bor İşletme Müdürlüğü Hisarcık ve Espey olmak üzere iki açık ocaktan kolemanit cevheri üretimi gerçekleştirmektedir. Bu havzadan çıkarılan kolemanit borik asit tesislerinde işlenerek piyasaya sunulmaktadır. Hisarcık-Espey formasyonu, dünya kolemanit rezervlerinin yaklaşık % 40'ını, Türkiye'deki rezervlerinin ise % 55'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2019).

Yapılan çalışmalar Emet borat havzasında bor mineralleri ile birlikte birçok mineralin de bulunduğunu göstermektedir. Bu mineraller; kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ), dolomit ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), anhidrit ( $\text{CaSO}_4$ ), selestit ( $\text{SrSO}_4$ ), jips ( $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), realgar (AsS), orpiment ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ) ve doğal kükürttür (Helvacı, 1984; 2003; 2015b). Emet borat havzasında tuf ve tüflü kayaların yapısında da  $\text{SiO}_2$  (% 56,93-62,5),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (% 12,55-13,85), CaO (% 1,55-8,12),  $\text{Na}_2\text{O}$  (% 0,13-0,3), MgO (% 1,94-4,97),  $\text{K}_2\text{O}$  (% 9,75-10,48),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (% 0,12-0,83), FeO (% 0,28-1,45),  $\text{TiO}_2$  (% 0,06-0,46) ve MnO (% 0,03) bulunduğu tespit edilmiştir (Helvacı, 2003).

Borat mineralleri dışında Kütahya havzasında feldispat ( $\text{XAl}_{(1-2)}\text{Si}_{(3-2)}\text{O}_{(8)}$ ), manyezit ( $\text{MgCO}_3$ ), florit ( $\text{CaF}_2$ ), talk ( $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ), gümüş, bakır, kurşun, çinko, antimon, demir, mangan, krom madenleri de bulunmaktadır (Oygür ve Erlor, 1999; Özgenç, 1993; MTA, 2010a). Bursa-Harmançık'ta bulunan krom madeni ülkemizin en eski krom madenidir (Anonim, 2001). Krom madenciliğinin Emet Çayı su kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir (Tokatlı vd., 2014).

Emet Havzası'nda bulunan borat minerallerinden dört tanesi günümüzde işletilmeyen ve Orhaneli Çayı kıyısında bulunan ve Bursa – Mustafakemalpaşa sınırları içinde kalan Kestelek maden yatağında da bulunmaktadır. Bu dört borat minerali ise; kolemanit, üleksit, propertit ve hidroborasittir. Kestelek cevher zonu içindeki kaya tipi olan trakiandezik tuf, bor ile birlikte St, Li ve As içermektedir (Helvacı ve Alonso, 2000). Kestelek'te tuf ve tüflü kayaların analizine bakıldığında  $\text{SiO}_2$  (% 55,0),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (% 16,9), CaO (% 4,9),  $\text{Na}_2\text{O}$  (% 3,57), MgO (% 3,23),  $\text{K}_2\text{O}$  (% 2,9),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (% 2,33), FeO (% 0,22),  $\text{TiO}_2$  (% 0,54) ve MnO (% 0,02) içerdikleri tespit edilmiştir (Helvacı vd., 1993). Bu maden yatağının işletildiği dönemlerde Bor madenciliğinin Orhaneli Çayı su kalitesi üzerine önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir (Dalkıran, 2006; Semiz, 2014).

Uluabat Gölü Alt Havzası'ndaki en önemli madencilik faaliyetlerinden biri Orhaneli Çayı üzerine önemli etkileri olan, Kütahya-Tavşanlı'da bulunan Garp Linyitleri İşletmesi'dir (GLİ). Ayrıca Tavşanlı'nın 3 km doğusunda bulunan Gözeçukuru As-Sb-Pb-Zn maden ocağı da aktif olarak işletilmektedir (Arık, 2012; Şener ve Karakuş, 2017). Şener ve Karakuş (2017) As-Sb-Pb-Zn ve kömür madenlerinin Tavşanlı bölgesinin en önemli madencilik aktivitelerinden olduğunu söylemektedirler. Gümüşköy'de bulunan ülkemizin tek Gümüş madeni de aktif olarak işletilmektedir (MTA, 2010a; Arık ve Yıldız, 2010). Aynı zamanda Bursa-Gümüşpınar'da bulunan kömür ocağı da (MTA, 2010b) Türkiye Kömür İşletmeleri Bursa Linyitleri İşletmesi (BLİ) tarafından işletilmektedir. MTA (2010b) verilerine göre Bursa ilinde 10 adet krom ocağı aktif olarak işletilmektedir. Bursa – Orhaneli'de 2 ve Mustafakemalpaşa'da 1 krom maden ocağı bulunmaktadır. Bunun yanında olivin ( $(\text{Mg}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]$ ) maden ocağı ve işleme tesisleri de Mustafakemalpaşa'da bulunmaktadır (MTA, 2010b).

### Su Kalitesi Analizleri

Bu çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesini belirlemek için akarsuyun üst ve alt bölümlerini temsil eden iki örnekleme noktasından (Döllük ve Ayazköy) Ekim 2016 – Eylül 2017 tarihleri arasında aylık su örnekleri alınmıştır. Su örnekleri 1 litrelik polietilen şişelerin yüzeyden dibe doğru daldırılması ile standart yöntemler ile alınmıştır. Su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik (EC) ve çözülmüş oksijen (ÇO) Lovibond marka multiprob ile arazi esnasında yerinde ölçülmüştür. Sodyum (Na), potasyum (K), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), florür (F), klorür (Cl), nitrit azotu ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), nitrat azotu ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), amonyum azotu ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), sülfat ( $\text{SO}_4$ ) analizleri TETRA marka İyon Kromatografi cihazında, bor (B), antimon (Sb), arsenik (As), bakır (Cu), cıva (Hg), krom (Cr), kurşun (Pb), nikel (Ni), selenyum (Se), demir (Fe), mangan (Mn), alüminyum (Al) analizleri Perkin Elmer marka ICP-MS cihazında akredite bir laboratuvar olan BUSKİ içme suyu laboratuvarında standart yöntemlere göre (APHA, 1998) gerçekleştirilmiştir. Toplam azot (TN), toplam fosfor (TP), silis (Si), toplam sertlik (TH) ve askıda katı madde (AKM) analizleri ise Bursa Uludağ Üniversitesi Limnoloji Araştırma Laboratuvarı'nda standart yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir (APHA, 1998).

Sulama suyu açısından Mustafakemalpaşa Çayı'nın değerlendirilmesinde bazı sulama suyu indeksleri uygulanmıştır. Bunlar yüzde sodyum (% Na) (Wilcox, 1955), sodyum adsorbsiyon oranı

(SAR) (Wilcox, 1955) ve kalıcı sodyum karbonat (RSC)'tir (Eaton, 1950). Bu indekslerin hesaplanmasında iyonların meq/L değerleri kullanılmıştır. Ayrıca Mustafakemalpaşa Çayı'nın su kalitesi ABD tuzluluk diyagramına (Richards, 1954) ve Wilcox diyagramına (Wilcox, 1955) göre değerlendirilmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı suyunda ölçülen çevresel değişkenlere ait analiz sonuçları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY, 2012) ve Su Ürünleri Yönetmeliği'ne (SÜY, 1995) göre değerlendirilmiştir. Ayrıca Mustafakemalpaşa Çayı suyunun sulama suyu olarak kullanılması nedeni ile Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usüller Tebliği (AATTUT, 2010) Ek 7; Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri'ne göre de değerlendirilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde Mustafakemalpaşa Çayı'nda belirlenen iki örnekleme noktasına ait yıllık ortalama değerler ve yıllık maksimum değerler göz önünde bulundurulmuştur.

### **İstatistiksel analizler**

Bu çalışmada araştırmada veri setini indirgemek, ölçülen çevresel değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek ve çevresel değişkenlerin su kalitesi üzerine muhtemel çevresel baskılarını belirlemek için çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biri olan açımlayıcı faktör analizi (AFA) uygulanmıştır.

Verilerin indirgenmesi ve ilişkili değişkenlerden ilişkisiz ve daha az boyutlu yeni faktör yapıları üretmek faktör analizinin iki temel amacını oluşturmaktadır. Küresellik testi (Bartlett, 1950) korelasyon matrisinin anlamlılığını ölçen bir hipotez testidir. Faktör analizinin geçerli olması için bu testin anlamlı çıkması gerekir ( $p < 0,05$ ). Kaiser-Meyer-Olkin örneklem yeterliliği testi (KMO) (Kaiser, 1970) ise değişkenlerin tutarlılığını ölçen bir ölçüttür ve faktör analizinin uygulanabilmesi için değerinin en azından 0,5'in üzerinde olması istenir (Kaiser, 1974). KMO'nun özel biçimi, her bir değişken için belirlenen örneklem uygunluk ölçüsü (ÖÜÖ) değerleridir (Kaiser ve Rice, 1974, Cerny ve Kaiser, 1977). Her bir çevresel değişken için belirlenen ÖÜÖ değerleri de KMO gibi değerlendirilmekte ve 0,5'in altındaki değerler kabul edilmemektedir (Dziuban ve Shirkey, 1974; Kaiser ve Rice, 1974; Cerny ve Kaiser, 1977). Field (2013), ÖÜÖ değerleri için sınır değeri 0,5 olarak verirken, Pett vd. (2003) 0,6 değeri üstünün uygun olduğunu söylemektedirler. Bu nedenle düşük ÖÜÖ değerleri içeren çevresel değişkenler analizden çıkarılmıştır (Pett vd., 2003). AFA'da varimaks rotasyonu ile veri seti döndürülmüştür. Faktörlerin ekstraksiyonu için ana bileşenler analizi (ABA) uygulanmıştır. Analizler IBM SPSS 22 istatistik paket programında gerçekleştirilmiştir.

## **BULGULAR**

### **Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesinin ulusal yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi**

Mustafakemalpaşa Çayı yüzey suyunda ölçülen çevresel değişkenlere ait analiz sonuçları (minimum, maksimum, yıllık ortalama, standart sapma) bazı yönetmeliklere göre (SÜY, 1995; YSKY, 2012) ve tebliğe göre (AATTUT, 2010) değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı suyunda genel çevresel su kalitesi parametrelerinin (sıcaklık, pH, EC, ÇÖ) EC hariç I. Sınıf kalitede olduğu görülmektedir. Major iyonlardan sadece  $SO_4$  ve Mg iyonlarının SÜY (1995)'e göre tolere değerin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı'nda analizi yapılan besin tuzları, ilgili yönetmeliklere göre değerlendirildiğinde ise birçok besin tuzunun limit değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. TN yıllık ortalaması YSKY (2012)'ye göre I. Sınıf su kalitesini gösterirken,  $NH_4-N$  YSKY (2012)'ye göre II. Sınıf su kalitesini işaret etmektedir. Su Ürünleri Yönetmeliği'ne (SÜY, 1995) göre ise tolere değerin üstünde tespit edilen tek besin tuzudur. TP değerleri YSKY (2012)'ye göre III. Sınıf su kalitesindedir.  $PO_4-P$  yıllık ortalama değeri ise YSKY (2012)'ye göre II. Sınıf su kalitesini işaret etmiştir. Ayrıca Mustafakemalpaşa Çayı'nda analizi yapılan metaller YSKY (2012)'ye göre değerlendirildiğinde yedi metalin (B, As, Hg, Cr, Ni, Al ve Fe) yıllık ortalama çevresel kalite standardı (YO) ve/veya maksimum çevresel kalite standardının (MAK) üstünde olduğu görülmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Mustafakemalpaşa Çayı'nda ölçülen çevresel değişkenlerin minimum, maksimum ve yıllık ortalama değerleri ve bu değerlerin ulusal yönetmeliklere göre değerlendirilmesi.

	Birim	Min.	Maks.	Yıllık Ortalama	Standart Sapma	YSKY 2012**	SÜY 1995	AATTUT 2010
Sıcaklık	°C	5,67	24,50	14,71	6,37	-	-	-
pH		8,02	8,66	8,35	0,15	I.sınıf	-	-
EC	µS/cm	340,00	845,00	639,25	154,28	<b>II.sınıf</b>	-	KZD yok
ÇO	mg/L	4,10	15,20	9,64	2,68	I.sınıf	-	-
Bulanıklık	NTU	7,25	96,60	35,64	20,29	-	-	-
HCO <sub>3</sub>	mg/L	94,55	408,70	210,91	101,83	-	-	-
CO <sub>3</sub>	mg/L	9,60	91,20	30,70	18,04	-	-	-
AKM	mg/L	0,30	141,80	19,14	30,91	-	-	-
TH	F°	10,00	37,60	21,16	8,45	-	-	-
NO <sub>2</sub> -N	µg /L	3,04	93,13	27,84	31,25	-	TD altında	-
NO <sub>3</sub> -N	µg /L	197,67	1176,07	534,98	242,02	I.sınıf	TD altında	-
NH <sub>4</sub> -N	µg /L	13,64	1116,28	202,77	285,75	<b>II.sınıf</b>	<b>TD üstünde</b>	-
PO <sub>4</sub> -P	µg /L	51,54	267,61	123,28	60,73	<b>II.sınıf</b>	TD altında	-
TN	µg /L	702,55	2605,85	1498,65	477,95	I.sınıf	-	-
TP	µg /L	117,60	355,17	202,74	65,13	<b>III.sınıf</b>	-	-
SO <sub>4</sub>	mg/L	33,41	149,04	93,88	35,97	-	<b>TD üstünde</b>	-
SiO <sub>2</sub>	mg/L	0,43	1,12	0,66	0,15	YO altında	-	-
Cl	mg/L	7,12	29,07	14,73	6,80	-	TD altında	-
Na	mg/L	9,17	30,72	17,42	6,55	-	TD altında	-
K	mg/L	1,61	6,90	3,05	1,13	-	TD altında	-
Mg	mg/L	18,09	60,77	43,55	12,47	-	<b>TD üstünde</b>	-
Ca	mg/L	21,97	71,34	50,43	11,63	-	TD altında	-
F	µg /L	80,00	330,00	160,00	60,00	I.sınıf	TD altında	İVMK altında
B	mg /L	1,31	20,86	9,32	6,32	<b>MAK üstünde YO üstünde</b>	<b>TD üstünde</b>	<b>İVMK üstünde #</b>
As	µg /L	16,75	167,96	85,85	47,71	<b>MAK üstünde YO üstünde</b>	TD altında	İVMK altında
Sb	µg /L	0,49	1,39	0,89	0,27	YO altında	-	-
Cu	µg /L	1,07	2,81	1,45	0,40	YO altında	TD altında	İVMK altında
Hg	µg /L	<0,06	1,54	0,14	0,30	<b>MAK üstünde</b>	TD altında	-
Cr	µg /L	2,78	6,83	4,76	1,34	<b>MAK altında YO üstünde</b>	TD altında	İVMK altında
Pb	µg /L	<0,15	0,23	0,16	0,02	YO altında	TD altında	İVMK altında
Ni	µg /L	3,93	12,00	6,09	1,86	<b>MAK altında YO üstünde</b>	TD altında	İVMK altında
Se	µg /L	0,36	0,58	0,40	0,07	I.sınıf	TD altında	İVMK altında

Al	µg /L	120,47	5881,54	1054,86	1529,87	MAK üstünde YO üstünde	TD üstünde	İVMK altında
Fe	µg /L	146,61	2865,14	793,89	873,98	MAK üstünde YO üstünde	TD üstünde	İVMK altında
Mn	µg /L	18,10	137,02	53,97	32,24	I.sınıf	TD altında	İVMK altında
% Na	%	7,20	17,04	10,76	2,25	-	-	-
RSC	meq/L	-3,83	1,01	-1,62	1,55	-	-	-
SAR	meq/L	0,30	0,75	0,43	0,13	-	-	-

Yönetmeliklerde azot bileşikleri farklı formlarda değerlendirilmektedir. Bu durumda hangi formunda verilmişse dönüşümler yapılarak verilen değer üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

\*\*Yönetmelikte 2016 yılında yapılan değişiklik sonucu eklenen Ek 5, Tablo 2,4 ve 5'e göre değerlendirilmiştir.

SD: sınır değerler

YO: yıllık ortalama çevresel kalite standardı

MAK: maksimum çevresel kalite standardı

KZD: Kullanımda zarar derecesi

TD: Tolere değer

İVMK: İzin verilen maksimum konsantrasyon

#Bora çok toleranslı (> 4 mg/L) bitkiler için dahi çok üst bir değer

Mustafakemalpaşa Çayı suyu, Mustafakemalpaşa Ovası'nın sulanmasında kullanıldığı için yüzey suyu bazı sulama indeksleri açısından da değerlendirilmiş ve bu bulgular da Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmada hesaplanan % Na değerinin hem maksimum hem de yıllık ortalama derişimi değerinin 20'nin altında ve SAR değerinin de 10'un altında belirlenmesi sulama suyu kalitesinin I. Sınıf olduğunu göstermektedir (Richards, 1954) Mustafakemalpaşa Çayı RSC indeksi açısından değerlendirildiğinde ise yıllık ortalama değer -1,62 olarak tespit edilmiştir. İndeks değerinin 0'ın altında bir değerde çıkması sodyumun olumsuz etkisinin olmadığını ifade etmektedir (Eaton 1950; Hopkins vd., 2007). Sulama suyu sınıfı ABD tuzluluk laboratuvarı grafik sistemine göre değerlendirildiğinde (Richards, 1954) su kalitesi C2-S1 (orta tuzlulukta ve az sodyumlu) çıkmaktadır. Wilcox diyagramına (Wilcox, 1955) göre ise su kalitesi çok iyi sınıfında belirlenmiştir. Bu bulgular akarsuyun sulama suyu kalitesinin yüksek bor derişimi dışında iyi kalitede olduğunu göstermektedir (AATTUT, 2010).

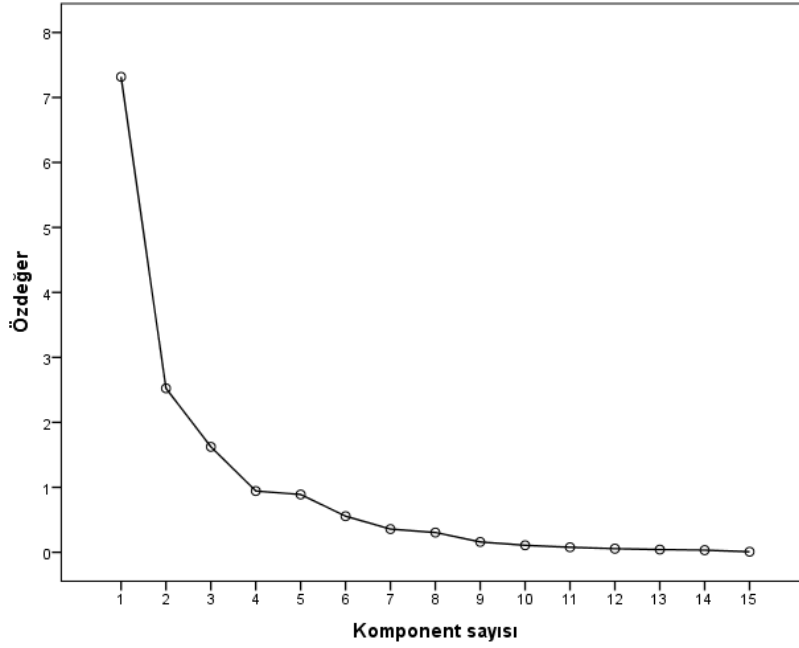
### Faktör analizi sonuçları

Tüm çevresel değişkenlerin kullanıldığı analizler (ABA/AFA) sonucunda her bir değişken için belirlenen örneklem uygunluk ölçüsü (ÖÜÖ) değerleri kontrol edilmiş ve 0,6 altında ÖÜÖ değerine sahip değişkenler analizden çıkarılmıştır (Pett vd., 2003). Son ABA/AFA veri setinde 15 çevresel değişken kullanılmış ve KMO değeri 0,771 olarak belirlenmiştir. Kaiser (1974) 0,7 üzerinde bulunan KMO değerlerinin orta seviyede kabul edilebilen bir değer olduğunu söylemekte olup, KMO değeri 0,5 altında olduğunda ise veri setinin faktör analizi için uygun olmadığını söylemektedir. Bartlett küresellik testi (Bartlett, 1950) sonucunda ise alternatif hipotez kabul edilmiş ( $X^2$ : 349,27;  $df$ : 105;  $p$ : 0,000) ve AFA'nın bu veri seti için uygun olduğuna karar verilmiştir.

Uygun faktör sayısını belirlemek için yamaç eğim testi uygulanmış (Cattell, 1966), faktörlerin özdeğerlerinin ( $\lambda$ ) değişimi yamaç eğim grafiğinde verilmiştir (Şekil 2). Özdeğeri ( $\lambda$ ) 1'den büyük olan ilk üç faktör uygun faktörler olarak belirlenmiştir (Kaiser kriteri). Ayrıca ilk üç faktör toplamı % 76,426 olmuş (Tablo 2) ve açıklanan varyans kriteri için istenen % 67 sınırı da (açıklanan varyansın en az 2/3'ü) aşılmıştır.

ABA/AFA ile elde edilen tahminlenmiş ve döndürülmüş faktörlerin özdeğerleri ( $\lambda$ ), toplam varyans ve yığılmalı (kümülatif) varyans sonuçları Tablo 2'de verilmiş, ilk üç faktörün % varyans değerlerinin birbirine yakın değerler olduğu ve üç faktörden birinin diğerlerine baskın olmadığı tespit edilmiştir. İlk faktör toplam varyansın % 28,760'sını, ikinci faktör %25,99'unu ve üçüncü faktör ise % 21,667'sini oluşturmuştur. Değişkenlerin hangi faktörle ilişki içerisinde olduğunu gösteren döndürülmüş faktör matrisi Tablo 3'te verilmiş, bu değişkenlerin üç boyutlu gösterimi ise Şekil 3'te verilmiştir. İlk faktörde  $HCO_3$ , B, As değişkenlerinin çok kuvvetli pozitif yük oluşturduğu Sb, Na ve Ca değişkenlerinin ise kuvvetli pozitif yük oluşturduğu Tablo 3'te görülmektedir. İkinci faktörde ise Fe, Al ve TN çok kuvvetli negatif yük oluştururken, Mg,  $SO_4$  ve Ca kuvvetli pozitif yük oluşturmuştur.

Üçüncü faktörde ise F, PO<sub>4</sub>-P, Si, SO<sub>4</sub>, Sb ve Na kuvvetli pozitif yük, DO ise kuvvetli negatif yük oluşturmuştur (Tablo 3).



Şekil 2. Özdeğerlerin yamaç eğim grafiği

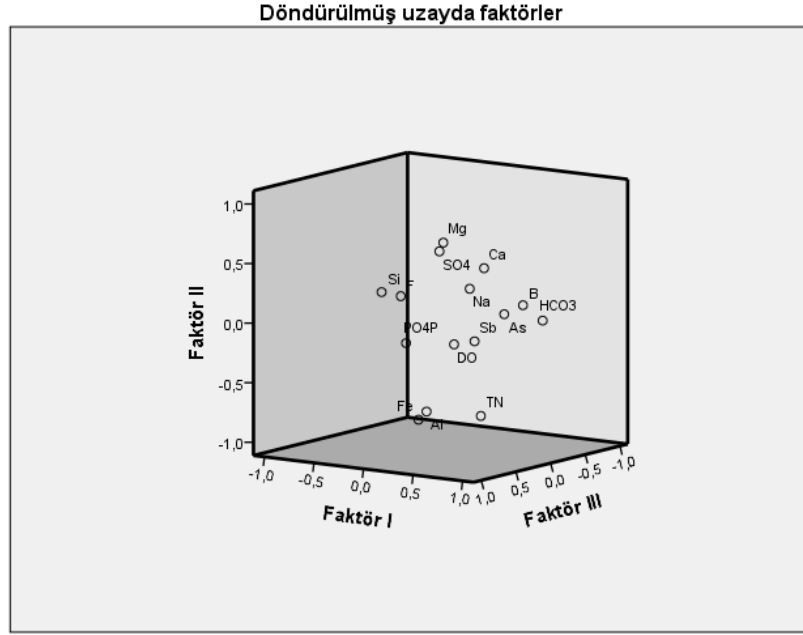
Tablo 2. Toplam varyans tablosu

Faktör	Başlangıç Özdeğerler			Tahminlenmiş Yüklerin Kareler Toplamı			Döndürülmüş Yüklerin Kareler Toplamı		
	Toplam	% Varyans	% Yığılmalı Varyans	Toplam	% Varyans	% Yığılmalı Varyans	Toplam	% Varyans	% Yığılmalı Varyans
1	7,318	48,784	48,784	7,318	48,784	48,784	4,314	28,760	28,760
2	2,523	16,822	65,605	2,523	16,822	65,605	3,900	25,999	54,759
3	1,623	10,821	76,426	1,623	10,821	76,426	3,250	21,667	76,426

Tablo 3. Döndürülmüş faktör matrisi sonuçları

	Faktörler		
	1	2	3
DO			-0,683
HCO <sub>3</sub>	0,917		
Si			0,655
SO <sub>4</sub>		0,665	0,520
Na	0,647		0,504
Mg		0,717	
Ca	0,591	0,504	
PO <sub>4</sub> -P			0,735
TN		-0,811	
F			0,801
B	0,913		
As	0,863		
Sb	0,700		0,511
Al		-0,837	
Fe		-0,890	





Şekil 3. Döndürülmüş faktör matrisinin bileşen yükleri

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada ABA/AFA kullanılarak değişkenlerin faktörler ile gruplara ayrılması sağlanmış ve su kalitesi üzerine muhtemel çevresel baskılar açıklanmaya çalışılmıştır. Faktör analizi sonuçları Mustafakemalpaşa Çayı'nda madencilik faaliyetleri ve havzanın jeolojik yapısının akarsuyun su kalitesi üzerinde büyük etkisinin olduğunu göstermektedir. Özellikle ilk üç faktörde faktör yükü oluşturan B, As, Sb, F, Al ve Fe metalleri ve  $\text{HCO}_3$ , Si,  $\text{SO}_4$ , Na, Mg, F ve Ca iyonlarının faktör yükü oluşturmaları bu durumun kanıtıdır. Kütahya, ülkemizin maden kaynakları açısından en zengin illerinden biridir. Bu madenlerin başında bor madeni gelmektedir. Bor iyonik yapısı nedeni ile hiçbir zaman tek başına bulunmaz, diğer elementler ve oksijen ile bor tuzlarını oluşturur (Helvacı, 2015a). Günümüzde 250'den fazla borat minerali tanımlanmıştır (Helvacı, 2015a). Kütahya Emet'te ETİ Maden tarafından işletilen maden yatağında Ca boratlar, Ca/Na boratlar, Mg boratlar ve As boratlar bulunmaktadır (Helvacı, 2003). Borat minerallerinden Ca boratlardan kolemanit ve Ca/Na boratlardan üleksit Emet Çayı'na kıyısı bulunan maden yatağından ekonomik olarak çıkarılmaktadır. İlk iki faktörde faktör yükü oluşturan Na, Ca ve Mg ile B ve As metallerinin faktör analizinde önemli faktör yükü oluşturmalarının sebebinin bor madenciliği ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Havzanın jeolojik yapısının da faktör yükü oluşumunda önemli olduğu, genellikle bor ile birlikte bulunan bazı minerallerin yapısında bulunan Ca, Mg,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Si ve As gibi elementlerin (Helvacı, 1984; Helvacı vd., 1993; Helvacı, 2015a) ve havzada maden rezervlerinde bulunan bazı minerallerin yapısında bulunan Fe, Al, F, Sb gibi elementlerin (MTA, 2010a) yine istatistiksel analizlerde (ABA/AFA) faktör yükü oluşturduğu tespit edilmiştir.

ABA/AFA'da faktör yükü oluşturan bazı iyon ve metallerin ulusal yönetmeliklere göre sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. Faktör analizinde I. ve II. faktörlerde kuvvetli faktör yükü oluşturan B, As, Al ve Fe ağır metallerinin yıllık ortalama ve yıllık maksimum değerlerinin YSKY (2012)'ye göre limit değerinin üstünde tespit edilmiştir. As dışında diğer üç ağır metal aynı zamanda Su Ürünleri Yönetmeliği'ne (SÜY, 1995) göre de tolere değerinin üstünde bulunmuştur. Mg ve  $\text{SO}_4$  iyonlarının yıllık ortalama derişimi Su Ürünleri Yönetmeliği'ne göre (SÜY, 1995) tolere değerinin üstünde tespit edilmiş, diğer iyonlar ise sınır değerleri aşmamıştır. ABA/AFA'da faktör yükü oluşturan Florürün ise ulusal yönetmeliklere göre sınır değerler içinde olduğu tespit edilmiştir. Ancak Tavşanlı'da bulunan florit yatağının geçmiş yıllarda işletilmesi nedeni ile (MTA, 2010a) bu elementin de sürekli izlenmesi gerekmektedir.

ABA/AFA'da faktör yükü oluşturmamış bazı metallerin de ulusal yönetmeliklere göre sınır değerleri aştığı tespit edilmiştir. Cr ve Ni ağır metallerinin yıllık ortalama derişimleri YSKY (2012)'ye göre yıllık ortalama değerinin üzerinde, ancak yıllık maksimum değerinin altında kaydedilmiştir. Hg

derişimi ise yıllık maksimum seviyenin üzerinde tespit edilmiştir. Kütahya havzasında ve Bursa Orhaneli’de bulunan krom madenlerinden kaynaklı atıkların takip edilmesi gerektiği ve bu madenlerden kaynaklı kirliliğin ileriki yıllarda havzada kirliliğe yol açabileceği ve risk faktörü olduğu düşünülmektedir. Ağır metallere Sb, Cu, Se, Pb ve Mn ise yönetmeliklere göre sınır değerlerinin altında bulunmuş ya da I. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir. Bu ağır metaller sınır değerler içinde belirlenmesine rağmen havzada gerçekleştirilen madencilik faaliyetleri ve havzanın jeolojik yapısı nedeni ile sürekli takip edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Mustafakemalpaşa Çayı’nın beslediği Uluabat Gölü’nde daha önceki yıllarda yapılan çalışmalar göl suyunda, sedimanda ve gölde yaşayan canlıların dokularında (Elmacı vd., 2007; Arslan vd., 2010) Cd, Cr, Pb, Cu, ve Ni seviyelerinin sınır değerlerin üzerinde olduğunu göstermiştir.

Yapılan araştırmalar özellikle son 15 yıldır Emet Çayı’nda çok yüksek B derişimlerinin gözlemlendiğini göstermektedir (Çöl ve Çöl 2003; Semiz, 2014; Tokatlı vd., 2016; Benzer, 2017). Omwene vd. (2019) havzadaki bor kirliliğinin temel kaynağının Emet Çayı olduğunu belirlemişler, Emet Çayı üst havzasında B derişiminin 50 mg/L’nin üzerinde olduğunu ve B derişiminin üst havzadan alt havzaya doğru giderek azaldığını tespit etmişlerdir. Bu durum Emet Çayı vasıtası ile bor kirliliğinin Mustafakemalpaşa Çayı’na taşındığının bir kanıtıdır. Bu çalışmada Mustafakemalpaşa Çayı’nda B yıllık ortalaması 9,32 mg/L olmuş ve 20,86 mg/L olarak 24 Ekim 2016’da Döllük örnekleme noktasında en yüksek derişimde belirlenmiş, bu ayda Ayazköy noktasındaki derişim ise 19,93 mg/L olmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı 2015 yılından beri BUSKİ tarafından yılda 4 defa iki örnekleme noktasında örnekleme yapılarak izlenmektedir (BUSKİ, 2019). Bu verilere göre (BUSKİ, 2019) B derişimi 06.10.2016 tarihinde Emet ve Orhaneli çayları karışımı sonrasında 21,792 mg/L olarak ölçülmüş, yine bu tarihte Mustafakemalpaşa Çayı’nın Uluabat Gölü’ne döküldüğü noktada ise 17,927 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yıllık ortalama B derişimi AATTUT (2010)’a göre yüksek B derişimini tolere edebilen bitkiler (>4,0 mg/L) için yüksek bir değerdir ve bu bitkilerde dahi toksik etki oluşturabilecek seviyededir. Mustafakemalpaşa Ovası’nda üretimi yapılan en önemli sebze domatesdir ve Mustafakemalpaşa Çayı’ndan alınan su ile sulama gerçekleştirilmektedir. Uysal vd. (2017), Mustafakemalpaşa ilçesinde yetişen domateslerin yapraklarında ve toprakta bor analizleri yapmışlar ve örneklerin % 65’inde toprak bor içeriklerini 2,0 mg/kg değerinin üzerinde bulmuşlar, bazı alanlarda ise kritik seviye olan 5 mg/kg B seviyesine çok yaklaştığını tespit etmişlerdir. Yaprak örneklerinde ise 100 mg/kg olan üst sınırın üzerinde bulunan alanların oranını % 80 olarak tespit etmişlerdir (Uysal vd., 2017). Bu bulgular Mustafakemalpaşa Çayı’ndan alınan su ile sulanan tarlalarda toprakta ve bitkilerde yüksek bor birikimi olduğunu bir göstergesidir.

As uzun yıllardan beri Uluabat Gölü alt havzasında kirlilik oluşturan önemli bir metaldir. Daha önceki yıllarda yapılan çalışmalar, Emet ve Hisarcık bölgelerinde yüzey ve yeraltı sularında içme sularında izin verilen seviyenin (< 10 µg/L) çok üzerinde As derişimleri bulunduğunu (Çolak vd. 2003; Çöl ve Çöl 2004; Tokatlı vd., 2016; Benzer 2017) ve bu suları tüketen yöre halkında deri lezyonları ve cilt kanseri bulguları gözlemlendiğini göstermektedir (Çöl vd., 1999; Doğan vd., 2005). Omwene vd. (2019), Emet Çayı üst havzasında As derişiminin 200 µg/L’nin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Çolak vd. (2003) Emet bölgesinde yüzey ve yeraltısularında tespit edilen yüksek As derişiminin temel sebebinin kolemanit nodülleri içinde bulunan realgar (AsS) ve orpiment (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) minerallerinden kaynaklandığını ifade etmektedirler. Bu minerallerin yanında As-boratlardan terrujit ve kahnitin Emet borat yataklarında bulunması (Helvacı, 2003) bu havzadaki yüksek As derişiminin bir diğer nedenidir. Omwene vd. (2019) Orhaneli Çayı’nda Kütahya-Tavşanlı bölgesinde As derişiminin 50-100 µg/L aralığında bulunduğunu tespit etmişlerdir. Şener ve Karakuş (2017) Kütahya-Tavşanlı’nın 3 km doğusunda Gözeçukuru As-Sb-Pb-Zn maden bölgesinde yapılan madencilik aktiviteleri nedeni ile Tavşanlı bölgesinde yüzey sularında As seviyesinin yeraltı sularından daha yüksek bulunduğunu söylemektedirler. Arslan ve Çelik (2015) Gözeçukuru maden alanının hemen yakınında bulunan gümüş madeni atık havuzunun As, Pb ve Sb bakımından zengin olduğunu ve bu atıkların maden havuzundan sızması sonucu yüzey sularının kirlendiğini söylemektedirler. Arseniğin içme suyundaki limit değeri 10 µg/L’dir (TSE, 2005). AATTUT (2010)’ye ve SÜY (1995)’e göre ise tolere değer 100 µg/L’dir. Mustafakemalpaşa Çayı’nda yıllık ortalama As derişimi 85,85 µg/L olmuş, bazı aylarda arsenik derişiminin 160 µg/L’nin üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı’ndaki As bulguları havzada yapılan çeşitli çalışmalar ile karşılaştırıldığında, çaydaki yüksek As

derişiminin ana kaynağının Emet Çayı olduğu, daha az oranda As girdisinin ise Orhaneli Çayı'ndan kaynaklandığı görülmektedir.

Mustafakemalpaşa Çayı'nda kirliliğe sebep olan metallere bir diğeri demirdir. Yıllık ortalaması 793,89 µg/L olarak tespit edilmiş ve YSKY (2012) ve SÜY (1995)'e göre bu değerlerin tolere edilebilir değerin üzerinde olduğu görülmüştür. Yıllık maksimum derişim ise 2800 µg/L'nin üzerinde bulunmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı'nda bu değerden daha yüksek Fe değerleri daha önceki yıllarda tespit edilmiştir. BUSKİ (2019) verilerine göre Fe derişimi özellikle kış aylarında dönemsel olarak yüksek seviyelere çıkmaktadır (Ör: 14.01.2016 tarihinde sırasıyla 21,619 mg/L ve 22,397 mg/L). Dalkıran (2006) Orhaneli Çayı'nda yaptığı çalışmada Fe derişiminin 0,03 – 4,71 mg/L aralığında değiştini tespit etmiştir. Karacaoğlu (2006) Emet Çayı'nda Fe derişiminin 0,01 mg/L ile 20,5 mg/L arasında değiştini bildirmiştir. Bu değerler Orhaneli Çayı'nda tespit edilen değerlerden çok daha yüksek değerlerdir. Bu bulgular Mustafakemalpaşa Çayı'ndaki yüksek Fe derişiminin Orhaneli ve özellikle Emet Çayı kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bunun en önemli nedeni olarak yine bölgenin jeolojik yapısı öne çıkmaktadır. Kütahya ilinde Emet ve Simav ilçelerinde yüksek demir zuhurları bulunmaktadır (MTA, 2010a). Bu zuhurlar yüksek S, As ve Si içerikleri nedeni ile işletilmemektedir (MTA, 2010a).

Alüminyum çalışma alanında yüksek derişimde tespit edilen diğeri bir ağır metal olmuştur. Mustafakemalpaşa Çayı'nda yıllık ortalama derişimi 1054,86 µg/L olmuş, yıllık maksimum derişimi 5800 µg/L'nin (Ocak 2017 Döllük örnekleme noktası) üzerine çıkmış, yönetmeliklere göre maksimum ve tolere değerlerin üzerinde tespit edilmiştir. BUSKİ (2019) verilerine göre de Mustafakemalpaşa Çayı'nda Al derişimi özellikle kış aylarında daha yüksek değerlere çıkmaktadır (ör: 14.01.2016 tarihinde sırasıyla 28,781 ve 29,355 mg/L). BUSKİ verileri dışında her üç akarsuda eski yıllara ait Al derişimi ile ilgili herhangi bir bulguya ulaşılamamıştır. Havzadaki yüksek Al derişiminin sebebi olarak yine havzanın madencilik faaliyetleri ve jeolojik yapısı ön plana çıkmaktadır. Kütahya ilinde feldispat gibi Al içeren mineraller bulunmaktadır (MTA, 2010a). Emet borat yataklarında bulunan tuf ve tüflü kayalarda da % 12,55- 13,88 oranında Alünit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) bulunmaktadır (Helvacı vd., 1993). Ayrıca Kütahya-Gediz'de Şaphane Sahasında bulunan tenör % 19,2 alunit içermekte ve yatak işletilmektedir (MTA, 2010a). Şaphane Dağı Emet Çayı'nın kaynağının bulunduğu bölgedir. Bu bulgular bize Mustafakemalpaşa Çayı'ndaki Al kirliliğinin sebebinin Emet Çayı kaynaklı olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca Emet ve Mustafakemalpaşa çaylarında yüksek Al ve Fe içeriğinin bir diğeri sebebi olarak bor madenciliğinin de katkısı olduğu düşünülmektedir. Erdoğan vd. (2004), kolemanit atıklarında yaş ağırlıkta sırasıyla % 3,73 ve % 1,90 oranında Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bulunduğunu söylemektedirler.

Mustafakemalpaşa Çayı yıllık ortalama TN derişimi YSKY (2012)'de belirlenen I. Sınıf su sınır değerinin (< 3,5) yaklaşık yarısı kadardır (Tablo 1) ve TN yıllık ortalama değerlerine göre Mustafakemalpaşa Çayı su kalitesi I. Sınıftır. Dodds vd. (1998) yaptıkları bir araştırmada, yıllık ortalama TN değerini mezotrofik-ötrofik sınır değerinin (1,5 mg/L) altında, ancak oligotrofik-mezotrofik sınır değerinin (0,7 mg/L) üstünde tespit etmişlerdir. Bulgularımıza göre, akarsuyun yıllık ortalama TN derişimi açısından değerlendirildiğinde mezotrofik, ancak yıllık maksimum TN derişimi açısından değerlendirildiğinde ise ötrofik karakterdedir. TP yıllık ortalama değeri ise III. Sınıf su kalitesini gösterirken, Dodds vd. (1998)'e göre de mezotrofik-ötrofik sınır değerinin (0,075 mg/L) yaklaşık 2,5 kat üzerinde bulunmuş ve akarsuyun TP açısından ötrofik karakterde olduğunu işaret etmiştir. Mustafakemalpaşa Çayı hassas su kütlesi (ötrofik olduğu belirlenen veya yakın gelecekte ötrofik olabilecek su kütlesi) olduğu Mülga Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından yapılan çalışmalar ile ortaya konmuş (HSKY, 2016) ve bu konuda alınacak önlemler belirlenmiştir.

Mustafakemalpaşa Çayı NH<sub>4</sub>-N ve NO<sub>2</sub>-N açısından sırası ile II. ve III. sınıf su kalitesinde tespit edilmiştir, NO<sub>3</sub>-N değeri açısından ise I. Sınıf su kalitesine sahiptir (Tablo 1). NH<sub>4</sub>-N değerleri özellikle balıklarda yüksek toksik etki yaptığı için su ürünleri yetiştiriciliğinde önemle takip edilen bir azot formudur. Çözünmüş reaktif azot formları (NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N), TN, TP ve PO<sub>4</sub>-P'nin su kaynaklarında yüksek seviyelerde bulunması özellikle bu akarsu havzalarında tarım faaliyetlerinin yüksek olması ve ötrofikasyon ile ilişkilendirilmektedir (Dodds vd., 1998). Özellikle azotlu ve fosfatlı gübrelerin tarımda yaygın olarak kullanılması bu besin tuzlarının su kaynaklarında yüksek seviyelere çıkmasına ve ötrofikasyona neden olmaktadır. ABA/AFA'da TN ve PO<sub>4</sub>-P sırasıyla II. ve III. faktörde

faktör yükü oluşturmuş ve Mustafakemalpaşa Çayı'nda tarımsal faaliyetlerin de önemli bir kirlilik yükü oluşturduğunu işaret etmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda akarsuda özellikle yüksek bor ve arsenik kirliliğinin olduğu, bunun yanında bazı ağır metallerin sınır değerler üzerinde bulunmasının da havzada yapılan madencilik faaliyetleri ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. İlerleyen dönemlerde ciddi tedbirler alınmazsa Mustafakemalpaşa Çayı'nın sulama suyu olarak kullanılmasının toprağa ve bitkilere önemli zararlar vereceği ve akarsuyun beslediği ülkemizin en önemli sulak alanlarından biri olan Uluabat Gölü'nün su kalitesinin de Mustafakemalpaşa Çayı tarafından olumsuz etkileneceği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

- AATTUT, (2010). Atıksu arıtma tesisleri teknik usuller tebliği. Çevre ve Orman Bakanlığı. Resmi Gazete, Tarih 20.03.2010, Sayı 27527.
- Anonim, (1982). Apolyont Gölü ve yan kolları projesi kirlilik gözlem çalışmaları. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, I. Bölge Müdürlüğü. 55s.
- Anonim, (2001). Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu-Metal madenler alt komisyonu krom çalışma grubu raporu. Devlet Planlama Teşkilatı. DPT: 2626 – ÖİK: 637, Ankara
- Anonim, (2016). Mustafakemalpaşa sulama birliği denetim raporu. T.C. Bursa Valiliği sulama birlikleri denetim komisyonu. 13s.
- Anonim, (2019). ETİ Maden. (Erişim tarihi 01/07/ 2019). <http://www.etimaden.gov.tr/emet>.
- APHA, (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (20th ed.). Washington, DC: American Public Health Association.
- Arik, F. (2012). Genetic characteristics of the Gozecukuru As-Sb deposits near Kütahya, Turkey. *Journal of the Geological Society of India*, 80 (6), 855-868. <https://doi.org/10.1007/s12594-012-0214-9>
- Arik, F., & Yıldız, T. (2010). Heavy metal determination and pollution of the soil and plants of southeast Tavşanlı (Kütahya, Turkey). *Clean-Soil, Air, Water*, 38 (11), 1017-1030. <https://doi.org/10.1002/clen.201000131>
- Arslan, N., Koç, B., & Çiçek, A. (2010). Metal contents in water, sediment, and Oligochaeta-Chironomidae of Lake Uluabat, a Ramsar site of Turkey. *The Scientific World Journal*, 10, 1269-1281. DOI: 10.1100/tsw.2010.117.
- Arslan, Ş., & Çelik, M. (2015). Assessment of the pollutants in soils and surface waters around Gümüşköy silver mine (Kütahya, Turkey). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 95 (4), 499-506. <https://doi.org/10.1007/s00128-015-1613-6>
- Bartlett, M.S. (1950). Tests of significance in factor analysis. *British Journal of Psychology*, 3(2), 77-85. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1950.tb00285.x>
- Benzer, S. (2017). Concentrations of arsenic and boron in water, sediment and the tissues of fish in Emet stream (Turkey). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 98 (6), 805-810. DOI 10.1007/s00128-016-1996-z.
- BUSKİ, (2019). Kalite izleme. (Erişim tarihi: 20/07/2019). <http://www.buski.gov.tr/tr/kaliteizleme/>
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*. 1 (2), 245-276. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102\\_10](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10)
- Cerny, B. A., & Kaiser, H. F. (1977). A study of a measure of sampling adequacy for factor-analytic correlation matrices. *Multivariate Behavioral Research*, 12(1), 43-47. [https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1201\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1201_3)
- Çolak, M., Gemici, Ü., & Tarcan, G. (2003). The effects of colemanite deposits on the arsenic concentrations of soil and ground water in Igdeköy-Emet, Kütahya, Turkey. *Water, Air, and Soil Pollution*, 149 (1-4), 127-143. <https://doi.org/10.1023/A:1025642331692>
- Çöl, M., Çöl, C., Soran, A., Sayli, B. S., & Oztürk, S. (1999). Arsenic-related Bowen's disease, palmar keratosis, and skin cancer. *Environmental Health Perspectives*, 107 (8), 687-689. DOI: 10.1289/ehp.107-1566498
- Çöl, M., & Çöl, C. (2003). Environmental boron contamination in waters of Hisarcik area in the Kütahya province of Turkey. *Food and chemical toxicology*, 41 (10), 1417-1420. [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(03\)00160-1](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(03)00160-1)
- Çöl, M., & Çöl, C. (2004). Arsenic concentrations in the surface, well, and drinking waters of the Hisarcik, Turkey, area. *Human and Ecological Risk Assessment*, 10 (2), 461-465. DOI: 10.1080/10807030490438535
- Dalkıran, N. (2006). *Orhaneli Çayı'nın epilitik diyatomeleri ile bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi yoluyla kirlilik düzeyinin saptanması*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa.

- Dodds, W. K., Jones, J. R., & Welch, E. B. (1998). Suggested classification of stream trophic state: distributions of temperate stream types by chlorophyll, total nitrogen, and phosphorus. *Water Research*, 32 (5), 1455-1462. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00370-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00370-9)
- Dogan, M., Dogan, A. U., Celebi, C., & Baris, Y. I. (2005). Geogenic arsenic and a survey of skin lesions in the Emet region of Kütahya, Turkey. *Indoor and Built Environment*, 14 (6), 533-536. <https://doi.org/10.1177/1420326X05060121>
- Dziuban, C. D., & Shirkey, E. C. (1974). When is a correlation matrix appropriate for factor analysis? Some decision rules. *Psychological Bulletin*, 81 (6), 358. <http://dx.doi.org/10.1037/h0036316>
- Eaton, F. M. (1950). Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, 69 (2), 123-134.
- Elmaci, A., Teksoy, A., Topac, F. O., & Özenin, N. (2007). Assessment of heavy metals in Lake Uluabat, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 6(19). <http://dx.doi.org/10.5897/AJB2007.000-2351>
- Erdoğan, Y., Olgun A., Özmal, F., & Zeybek, B. (2004). *Utilization of boron industry wastes, fly ash, bottom ash and alunite mineral in cement production as an additive material*. II. Uluslararası Bor Sempozyumu, 23-25 Eylül 2004 Eskişehir, Türkiye.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. SAGE Publications. 4th Edition.
- Helvacı, C. (1984). Occurrence of rare borate minerals: Veatchite-A, tunellite, teruggite and cahnite in the Emet borate deposits, Turkey. *Mineralium Deposita*, 19 (3), 217-226. <https://doi.org/10.1007/BF00199788>
- Helvacı, C. (2003). Türkiye borat yatakları jeolojik konumu, ekonomik önemi ve bor politikası. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5 (1), 4-41.
- Helvacı, C., & Alonso, R. N. (2000). Borate deposits of Turkey and Argentina; A Summary and geological comparison. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9, 1 – 27.
- Helvacı, C. (2015a). Bor mineral ve kimyası yönünden genel değerlendirilmesi ve yataklarının gelecek öngörüsü. *Madencilik ve Yerbilimleri Dergisi*, 47, 66-78.
- Helvacı, C. (2015b). Geological features of neogene basins hosting borate deposits: An overview of deposits and future forecast, Turkey. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 151, 169-215. DOI: 10.19111/bmre.05207
- Helvacı, C., Stamatakis, M., G., Zagouroglou, C., & Kanaris, J. (1993). Borate minerals and related authigenic silicates in northeastern Mediterranean late miocene continental basins. *Exploration and Mining Geology*, 2, 171-178. <https://doi.org/10.19111/bmre.71777>
- Hopkins, B. G., Horneck, D. A., Stevens, R. G., Ellsworth, J. W., & Sullivan, D. M. (2007). Managing irrigation water quality for crop production in the pacific northwest. A Pacific Northwest Extension publication, (Erişim tarihi 16/07/2019). <https://catalog.extension.oregonstate.edu/prnw597>
- HSKY, 2016. Hassas su kütleleri ile bu kütleleri etkileyen alanların belirlenmesi ve su kalitesinin iyileştirilmesi hakkında yönetmelik. Resmi Gazete, 23 Aralık 2016, Sayı : 29927.
- Kaiser, H.F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35 (4), 401-415. <https://doi.org/10.1007/BF02291817>
- Kaiser, H.F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- Kaiser, H. F., & Rice, J. (1974). Little jiffy, mark IV. *Educational and Psychological Measurement*, 34 (1), 111-117. <http://dx.doi.org/10.1177/001316447403400115>
- Karacaoğlu, D. (2006). *Emet Çayı'nın epipelik diyatomeleri ile bentik omurgasızlarının ilişkilendirilmesi yoluyla kirlilik düzeyinin saptanması*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Bursa.
- Köse, E., Tokatlı, C., & Çiçek, A. (2014). Monitoring stream water quality: A statistical evaluation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (5). <https://doi.org/10.17482/uujfe.39645>
- Liu, C.W., Lin, K.H. & Kuo, Y.M. (2003). Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a blackfoot disease area in Taiwan. *Science of the Total Environment*, 313 (3), 77–89. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00683-6](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00683-6)
- MTA, (2010a). Kütahya ili maden ve enerji kaynakları. (Erişim tarihi 16/07/2019). [http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden\\_potansiyel\\_2010/kutahya\\_madenler.pdf](http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/kutahya_madenler.pdf)
- MTA, (2010b). Bursa ili maden ve enerji kaynakları (Erişim tarihi: 20/07/2019) [http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden\\_potansiyel\\_2010/Bursa\\_Madenler.pdf](http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Bursa_Madenler.pdf)
- Omwene, P. I., Öncel, M. S., Çelen, M., & Kobya, M. (2019). Influence of arsenic and boron on the water quality index in mining stressed catchments of Emet and Orhaneli streams (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 191, 199. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7337-z>
- Oygür, V., & Erler, A. (1999). Jasperoid tipi epitelial cevherleşmeye batı Anadoludan bir örnek: Değirmenciler antimon cevherleşmesi (Simav, Kütahya) *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 121, 97-113,
- Özgenç, İ. (1993). Ovacık (Tavşanlı-Kütahya) fluorit yatağının jeolojisi ve oluşumu. *Jeoloji Mühendisliği*, 43, 5-14.
- Pett, M.A., Lackey, N.R., & Sullivan, J.J. (2003). *Making sense of factor analysis: The use of factor analysis for instrument development in health care research*. California: Sage Publications Inc.

- Richards L. A. (1954). Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, United States Department of Agriculture, *US Salinity Lab Handbook*, 60.
- Shrestha, S., & Kazama, F. (2007). Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. *Environmental Modelling and Software*, 22, 464-475. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2006.02.001>
- Semiz, G. D. (2014) Sulama suyu açısından bor içeriğinin değerlendirilmesi: Uluabat Gölünü besleyen Orhaneli, Emet ve Mustafakemalpaşa Çayları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 98-105.
- SÜY, (1995). Su ürünleri yönetmeliği. Resmi Gazete, Tarihi:10.03.1995, Sayı: 22223.
- Şener, Ş., & Karakuş, M. (2017). Investigating water quality and arsenic contamination in drinking water resources in the Tavşanlı District (Kütahya, Western Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 76 (21), 750. DOI: 10.1007/s12665-017-7101-z
- Şimşek, G., Çanlı, M., Karadavut, U., Yazıcı, M. E., & Soğancı, K. (2017). Sulama yapılan alanların bazı su parametreleri açısından ayırma (discriminant) analizi kullanılarak incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4 (3), 339-346.
- Tokatli, C., Arslan, N., Çiçek, A., Kose, E., Emiroglu, O., & Dayioğlu, H. (2013). Effect of silver on aquatic ecosystems of Emet Stream basin, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(2). <https://doi.org/10.17482/uujfe.39645>
- Tokatli, C., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Köse, E., & Dayioğlu, H. (2014). Statistical approaches to evaluate the aquatic ecosystem qualities of a significant mining area: Emet Stream Basin (Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 71 (5), 2185-2197. DOI: 10.1007/s12665-013-2624-4
- Tokatli, C., Köse, E., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., & Dayioğlu, H. (2016). Ecosystem quality assessment of an aquatic habitat in a globally important boron reserve: Emet Stream Basin (Turkey). *International Journal of Environment and Pollution*, 59 (2-4), 116-141. DOI: 10.1504/IJEP.2016.079896
- TSE, (2005). Türk Standardı TS-266 Sular-insani tüketim amaçlı sular. ICS 13.060.20. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Uysal, E., Şen, O. F., Kılıç, Ö. B. D., Candan, N., Uzun, N., Üner, K., Albayrak, B., Bıyıklı, M., Gülşah Üğlü, G., & Rahmanoğlu, N. (2017). Determination of soil plant available boron and boron nutritional status of tomato plants in major industrial tomato cultivated areas of Turkey. *Bor Dergisi*, 2 (3), 161-167.
- Varol, M., Gökot, B., Bekleyen, A., & Şen, B. (2012). Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Tigris River (Turkey) using multivariate statistical techniques—a case study. *River Research and Applications*, 28 (9), 1428-1438. <https://doi.org/10.1002/rra.1533>
- Varol, M., Gökot, B., & Bekleyen, A. (2013). Dissolved heavy metals in the Tigris River (Turkey): spatial and temporal variations. *Environmental Science and Pollution Research*, 20 (9), 6096-6108. DOI: 10.1007/s11356-013-1627-8
- Wilcox, L. V. (1955). *Classification and use of irrigation water*. US Department of Agriculture, Circular 969, Washington DC.
- YSKY, (2012). Yerüstü su kalitesi yönetmeliği. Resmi Gazete, Tarihi: 30.11.2012, Sayı: 28483.

**Taxonomic Status of Endemic Fish Species in Lake Beyşehir Basin (Turkey)****Esra BAYÇELEBİ<sup>1</sup>**, **Cüneyt KAYA<sup>1</sup>**, **Salim Serkan GÜÇLÜ<sup>2</sup>**, **Fahrettin KÜÇÜK<sup>2</sup>\***, **Davut TURAN<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Recep Tayyip Erdogan University, Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, 53100 Rize, Turkey<sup>2</sup>Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Eğirdir Fisheries and Aquatic Sciences, Isparta, Turkey\*Corresponding Author: [fahrettinkucuk@isparta.edu.tr](mailto:fahrettinkucuk@isparta.edu.tr)**Research Article**

Received 11 September 2019; Accepted 12 December 2019; Release date 01 March 2020.

**How to Cite:** Bayçelebi, E., Kaya, C., Güçlü, S.S., Küçük, F., & Turan, D. (2020). Taxonomic status of endemic fish species in Lake Beyşehir Basin (Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 138-147. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.618539>**Abstract**

The surveys were conducted between 2005-2019 to assess endemic fish species in the Lake Beyşehir that have special importance in terms of endemism. A total of 12 endemic freshwater fish species (*Aphanius* cf. *iconii*, *Capoeta mauricii*, *Chondrostoma beysehirense*, *Garra kemali*, *Gobio microlepidotus*, *Pseudophoxinus anatolicus*, *Pseudophoxinus battalgilae*, *Pseudophoxinus hittitorum*, *Squalius anatolicus*, *Cobitis battalgilae*, *C. bilseli* and *Oxynoemacheilus atili*) belonging to 6 families (Aphaniidae, Cyprinidae, Gobionidae, Leuciscidae, Cobitidae and Nemachelidae) were observed.

*Key words:* Konya Endorheic Basin, endemic fish, exotic fish, ichthyofauna.

**Beyşehir Gölü Havzası'ndaki (Türkiye) Endemik Balık Türlerinin Taksonomik Durumu****Özet**

Bu çalışmada endemizim açısından büyük öneme sahip olan Beyşehir Gölü Havzasında 2005-2019 tarihleri arasında yapılmış olan çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışma sonucunda 6 familyaya mensup (Aphaniidae, Cyprinidae, Gobionidae, Leuciscidae, Cobitidae ve Nemachelidae) 12 endemik tatlı su balığı türüne (*Aphanius* cf. *iconii*, *Capoeta mauricii*, *Chondrostoma beysehirense*, *Garra kemali*, *Gobio microlepidotus*, *Pseudophoxinus anatolicus*, *Pseudophoxinus battalgilae*, *Pseudophoxinus hittitorum*, *Squalius anatolicus*, *Cobitis battalgilae*, *C. bilseli* ve *Oxynoemacheilus atili*) rastlanmıştır.

*Anahtar Kelimeler:* Konya Kapalı Havzası, endemik balık, egzotik balık, ihtiyofauna.

**INTRODUCTION**

Lake Beyşehir is the largest freshwater lake in Turkey, located in Konya and Isparta provinces. In terms of biodiversity and endemic fishes, it has a great importance but its significance has not been understood yet..

Anatolia has a stable structure lasting for millions of years, and it has given many species a permanent shelter. The Lake Beyşehir basin is one of the best examples for this permanent shelter, therefore there are many endemic species in the lake basin (Tavşanoğlu, 2016). Pollution and uncontrolled water withdrawal for irrigation have reduced the water level of the lake, so disrupted the natural structure of the water.

In the early 1980s, *Sander lucioperca* was introduced and became the dominant invasive species in the lake. Then, *Tinca tinca*, *Carassius gibelio*, *Atherina boyeri* were introduced to the lake and they rapidly proliferated (Küçük, 2012).

Up to date thirteen endemic fish species (*Alburnus akili*, *Aphanius* cf. *iconii*, *Capoeta mauricii*, *Chondrostoma beysehirense*, *Cobitis battalgilae*, *C. bilseli*, *Garra kemali*, *Gobio microlepidotus*, *Oxynoemacheilus atili*, *Pseudophoxinus anatolicus*, *P. battalgilae*, *P. hittitorum*, *Squalius anatolicus*) and four translocated (*Alburnus escherichii*, *Atherina boyeri*, *Tinca tinca*, and *Sander lucioperca*), five exotic (*Carassius gibelio*, *Cyprinus carpio*, *Gambusia holbrooki*, *Knipowitschia caucasica* and

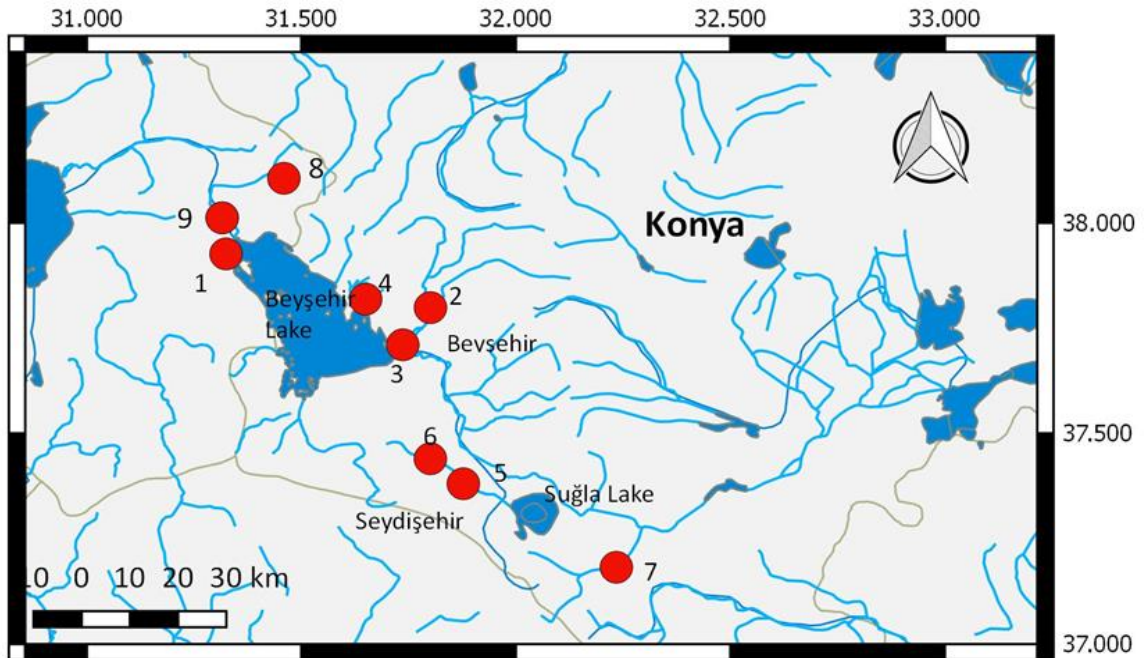
*Pseudorasbora parva*) fish species reported in the Lake Beyşehir (Erk'akan et al., 1999; Geldiay and Balık, 2009; Küçük, 2012; Özuluğ et al., 2013).

In this study, distribution, recent taxonomic status, and conservation status of fishes in the Lake Beyşehir have been revealed.

## MATERIALS and METHODS

Lake Beyşehir has an altitude of 1125 meters and with an overall surface area is 88750 hectares. The length of the lake is 45 kilometers and the widest part is 26 kilometers and has been declared as a national park in 1993 (İşildar, 2010). Fish samples were caught at 9 different sampling sites in Lake Beyşehir and tributaries during May 2005 and June 2019 (Figure 1). Tricaine Methanesulfonate (MS-222) was used to minimize pain when fish were fixed in 4% formaldehyde. Meristic counts and measurements follow Kottelat and Freyhof (2007). Family names were given taxonomically according to Stout et al. (2016) and Van der Laan (2017). The valid names of species were taken from Fishbase (Froese and Pauly, 2019) or Catalog of fishes (Fricke et al., 2019). Conservation status of species provided from the IUCN Red List (2019).

**Abbreviations:** FFR, Zoology Museum of the Faculty of Fisheries, Recep Tayyip Erdogan University, Rize, Turkey. IFC-ESUF, Isparta University of Applied Sciences, Egirdir Fisheries and Aquatic Sciences. IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. SL, Standart Length.



**Figure 1.** Sampling sites in the Lake Beyşehir and its tributaries.

## RESULTS

This study was carried out between 2005 and 2019 in Lake Beyşehir and tributaries. During the surveys, a total of 12 endemic species belonging to 6 families were observed at the family level, the Leuciscidae comprises the greatest number of species (5 species), followed by Cyprinidae and Cobitidae (2), Nemacheilidae, Gobionidae, and Aphaniidae (1).

### Family: LEUCISCIDAE

*Chondrostoma beysehirense* Bogutskaya, 1997 (Figure 2)

Common names: Beyşehir nase; Beyşehir kababurun balığı (Turkish).

Material Examined: FFR02019, 1, 110 mm SL, 06.06.2007; Beyşehir, Stream Sarıöz. — FFR02068, 1, 101 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Kuğulu. — IFC-ESUF 03-1505, 16, 155.70–250.79 mm SL, 26.06.2012, Beyşehir, Lake Beyşehir.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: Lake Beyşehir basin



Threats: The predominant threat for the population of Lake Beyşehir is the predator pressure of *Sander lucioperca*, unregulated fishing methods, pollution of canals and small rivers due to domestic and agricultural wastes and loss of habitat (water shortage in summer).



**Figure 2.** *Chondrostoma beysehirense*; Beyşehir, Lake Beyşehir, 209.2 mm SL.

***Squalius anatolicus*** (Bogutskaya, 1997) (Figure 3)

Common names: Beyşehir dace; Chub; Beyşehir tatlısu kefalı, akbalık (Turkish).

Material Examined: FFR00514, 9, 138-232 mm SL, 06.06.2007; Beyşehir. —FRR03810, 14, 127–240 mm SL; 06.06.2007; Beyşehir, Stream Sarıöz. —FFR06239, 10, 123–266 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Akçay. —FFR06242, 23, 98-223 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Kuğulu. —FFR06287, 1, 134 mm SB, 13.11.2018; Beyşehir, Stream Eylikler.

Conservation: Least Concern (LC).

Distribution: Beyşehir, Tuz, and Ilgın Lake basins and Manavgat River (Özuluğ and Freyhof, 2011).

Threats: The predator pressure of *Sander lucioperca* may be effective in part for the population of Lake Beyşehir. There is no significant threat in other distribution areas.



**Figure 3.** *Squalius anatolicus*; Seydişehir, Stream Akçay, 220 mm SL.

***Pseudophoxinus anatolicus*** (Hanko 1924) (Figure 4)

Common names: Anatolian minnow; Anadolu yağbalığı (Turkish).

Material Examined: IFC-ESUF 03-1014, 208.5 mm SL; 26.06.2012; Beyşehir, Lake Beyşehir.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: Beyşehir, Suğla and Akgöl Lake basins (Küçük et al., 2016).

Threats: It has a very rare (or rare) population density in Beyşehir and Suğla lakes. *Sander lucioperca* is the predator pressure in both populations.



**Figure 4.** *Pseudophoxinus anatolicus*; Beyşehir, Lake Beyşehir, 208 mm SL.

***Pseudophoxinus battalgilae*** Bogutskaya, 1997 (Figure 5)

Common names: Beyşehir minnow; Beyşehir otbalığı (Turkish).

Material Examined: IFC-ESUF 03-0965, 62 mm SL; 19.05.2005; Seydişehir; Stream Bozkır, Lake Suğla drainage.

Conservation: Least Concern (LC).

Distribution: *P. battalgilae* is known from Lake Suğla area, Manavgat River basin, Akgöl Swamp, Lake Çavuşcu and Niğde environs (Kızılca and Gümüşler) (Freyhof and Özuluğ, 2010, Küçük et al., 2016).

Threats: No individuals were found in Lake Beyşehir, which is the type locality. Canals flowing to Lake Suğla and the Stream Bozkır populations are under pressure from pollution due to domestic wastes. There is no significant threat in the Manavgat River basin.



**Figure 5.** *Pseudophoxinus battalgilae*; Seydişehir, Stream Bozkır, 62 mm SL.

***Pseudophoxinus hittitorum*** Freyhof & Özuluğ, 2010 (Figure 6)

Common names: Hittitic spring minnow; Hitit otbalığı (Turkish).

Material Examined: FFR03292, 10, 69–100 mm SL, 17.10.2009; Beyşehir, Stream Eflatunpınarı.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: Lake Beyşehir basin (streams Eflatunpınar, Bakaran and Deliktaş spring near Yeşildağ) (Küçük et al., 2009a).

Threats: The most important threat is the drying and pollution of the resources because it prefers very cold and clean spring waters.



**Figure 6.** *Pseudophoxinus hittitorum*; Beyşehir, Stream Eflatunpınarı, 100 mm SL.

**Family: CYPRINIDAE**

*Capoeta mauricii* Küçük, Turan, Şahin & Gülle, 2009 (Figure 7)

Common names: Long snout scraper; Uzun burun siraz (Turkish).

Material Examined: FFR 03801, 14, 114–238 mm SL, 06.06.2007; Beyşehir, Stream Sarıöz. — FFR 01928, 3, 127–144 mm SL, 07.06.2015; Beyşehir, Stream Eylükler.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: Sarıöz, Bakaran, Eflatun Pınarı, Sarıçay streams, a tributary of the southern of Lake Beyşehir basin (Küçük et al., 2009b).

Threats: *Capoeta mauricii* is endemic to Lake Beyşehir and populations of the species declining according to our in situ observations. Water abstraction is the main threat to the species.



**Figure 7.** *Capoeta mauricii*; Beyşehir; Stream Eylükler, 205 mm SL.

*Garra kemali* (Hankó, 1925) (Figure 8)

Common names: Ereğli minnow; Ereğli golyan balığı (Turkish).

Material Examined: FFR04030, 1, 65 mm SL, 07.06.2019 Beyşehir, Stream Eflatunpınarı. — FFR02479, 12, 35–45 mm SL, 19.05.2005 Beyşehir, Stream Kuğulu.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: The species was known from Lake Beyşehir basin, stream Köprüçay (Mediterranean Sea basin). It has been recently recorded from Hirfanlı reservoir (Black Sea basin) (Yoğurtçuoğlu et al., 2018).

Threats: Even though the species from the three independent water sources are known, the populations are generally very poor. Therefore, the species to be at threat. The major threats are potential invasive species and water abstraction.



**Figure 8.** *Garra kemali*; Beyşehir, Stream Eflatunpınarı, 32 mm SL.

**Family: GOBIONIDAE**

***Gobio microlepidotus*** Battalgi, 1942 (Figure 9)

Common names: Beyşehir gudgeon; Beyşehir Derekayası, Yağlıca (Turkish).

Material Examined: FFR05944, 30, 49–138 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Akçay. — FFR05945, 5, 94–124 mm SL, 07.06.2015; Beyşehir, Stream Eylikler. — FFR05947, 3, 107-126 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Kuğulu.

Conservation: Vulnerable (VU).

Distribution: The species was known from Lake Beyşehir basin (Turan et al., 2016). It has been recently recorded from the Göksu River and Stream Limon (Mediterranean Sea basin) (Turan and Baycelebi, 2019).

Threats: Even though the species from the three independent water sources are known. However, these populations are generally poor. *Gobio microlepidotus* is the only species in head water of the Göksu River and Stream Limon. Pollution and water abstraction are major threats.



**Figure 9.** *Gobio microlepidotus*; Seydişehir, Stream Kuğulu, 137 mm SL.

**Family: APHANIIDAE**

***Aphanius cf. iconii*** (Figure 10)

Common names: Beyşehir killifish; Beyşehir dişli sazancığı.

Material Examined: FFR08658, 3, 40-55 mm SL, 07.06.2019 Beyşehir, Stream Eflatunpınarı. — IFC-ESUF 04-0013, 30, 20-42 mm SL, 15.04.2000 Beyşehir, Soğuksu Bridge

Distribution: Lakes Beyşehir and Eğirdir basins and Stream Köprüçay.

Threats: The threat to the populations of the springs feeding the Beyşehir and Eğirdir lakes is drought and pollution.



Figure 10. *Aphanius cf. iconii*; Beyşehir, Soğuksu Bridge, 41.2 mm SL ♀- 38.2 mm SL ♂.

**Family: COBITIDAE**

***Cobitis battalgilae*** Bănarescu, 1962 (Figure 11)

Common names: Battalgil spined loach; Battalgil dikenli çöpçübalığı (Turkish)

Material Examined: IFC-ESUF uncat., 121 mm SL; 07.06.2006; Beyşehir; Stream Eflatunpınarı.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: *C. battalgilae* is known from Beyşehir and Lake Suğla basins, Manavgat River basin (Freyhof et al., 2018) and below the Apa Reservoir (Percides et al., 2018).

Threats: They live mostly in canals and small streams. The threat to the Manavgat River population is currently unknown.



Figure 11. *Cobitis battalgilae*; Beyşehir, Stream Eflatunpınarı, 121 mm SL.

***Cobitis bilseli*** Battalgil, 1942 (Figure 12)

Common names: Beyşehir spined loach; Koca taşıyıcı balığı (Turkish)

Material Examined: —FFR05523, 1, 120 mm SL, 06.06.2007; Beyşehir, Stream Sarıöz. — FFR05542, 1, 160 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Akçay. —FFR05544, 3, 92-185 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Kuğulu.

Conservation: Endangered (EN).

Distribution: Lake Beyşehir basin (Freyhof et al., 2018).

Threats: Domestic and agricultural pollution and habitat losses are also a threat to the Manavgat River population.



Figure 12. *Cobitis bilseli*; Gökçeşhük, Stream Akçay, 120 mm SL.

#### Family: NEMACHEILIDAE

*Oxynoemacheilus atili* Erk'akan, 2012 (Figure 13)

Common names: Lake Beyşehir loach; Çöpçü balığı (Turkish).

Material Examined: FFR01375, 12, 50-65 mm SL, 06.06.2007; Beyşehir, Stream Sarıöz. — FFR01534, 1, 47-56 mm SL, 07.06.2015; Seydişehir, Stream Kuşulu. — FFR01535, 1, 59 mm SL, 07.06.2015; Beyşehir, Stream Eylükler.

Conservation: Near Threatened (NT).

Distribution: Stream Eflatunpınarı, Lake Beyşehir basin (Erk'akan, 2012).

Threats: Domestic and agricultural pollution and habitat losses are also a threat to the Manavgat River population.



Figure 13. *Oxynoemacheilus atili*; Seydişehir, Stream Kuşulu, 55 mm SL.

#### DISCUSSION and CONCLUSION

Anatolia has numerous river systems and closed watersheds. This reveals very rich biodiversity, especially on water-dependent living creatures such as fish. The fishes of the Lake Beyşehir are one of the best examples of this rich diversity by hosting 12 native species and more than one species belong to the same genus. For instance, *Pseudophoxinus* represented by three (*P. anatolicus*, *P. battalgilae*, *P. hittitorum*) species in Lake Beyşehir and *Cobitis* two (*C. bilseli* and *C. battalgilae*).

*Acanthorutilus anatolicus caralis* Battalgil, 1942 was described from Lake Beyşehir. In the late 20th century, there was some argument about the validity of this species (Bogutskaya, 1992, 1997). Even though it was evaluated to species level as *Pseudophoxinus caralis* (Freyhof and Özuluğ, 2010; Bogutskaya et al., 2006). According to the last study, *P. caralis* is not distinguish from *P. anatolicus* morphologically (Geiger et al., 2014). The killifish samples found in Lake Beyşehir basin exhibited similar morphologic characters with *A. iconii*. However, the female samples have 3-4 regular rows of black spots on the flank (vs. spots are irregularly scattered on the flank). Therefore, we treat the Beyşehir as *A. cf. iconii* because of the insufficient material to assess its exact taxonomic position.

Some of the previously reported species were not caught. *Alburnus akili* population rapidly decreased after the introduction of *S. lucioperca*, which is the most dangerous invasive species of Lake

Beyşehir (Erk'akan et al., 1999). Küçük (2012) claimed that *A. akili* has already extinct. Recently, *Gobio battalgilae* have treated this as a synonym of *G. microlepidotus* (Turan et al., 2018).

**Acknowledgements:** We are pleased to thank Züleyha Akpınar, Yusuf Bektaş and İsmail Aksu (Rize, Turkey) for help in the field and M. Havley (London, England) for reading the manuscript and improving the language. We thank to Baran Yoğurtçoğlu (Ankara, Turkey) for his comments on identification of *Aphanius* and the two reviewers for useful comments.

## REFERENCES

- Bogutskaya, N. G. (1992). A revision of species of the genus *Pseudophoxinus* (Leuciscinae, Cyprinidae) from Asia Minor. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 89, 261-290.
- Bogutskaya, N. G. (1997). Contribution to the knowledge of leuciscine fishes of Asia Minor Part 2. An annotated checklist of leuciscine fishes (Leuciscinae, Cyprinidae) of Turkey with descriptions of a new species and two new subspecies. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 94, 161-186.
- Bogutskaya, N. G., Küçük, F., & Atalay, M. A. (2006). A description of three new species of the genus *Pseudophoxinus* from Turkey (Teleostei: Cyprinidae: Leuciscinae). *Zoosystematica Rossica*, 15 (2), 335-341.
- Erk'akan, F., Atalay-Ekmekçi, G., & Nalbant, T. T. (1999). A review of the genus *Cobitis* in Turkey (Pisces: Ostariophysi: Cobitidae). *Hydrobiologia*, 403, 13-26.
- Erk'akan, F. (2012). Two new *Oxynoemacheilus* (Teleostei: Nemacheilidae) species from Western Turkey. *Research Journal of Biological Sciences*, 7 (2), 97-101.
- Freyhof, J., & Özüluğ, M. (2010). *Pseudophoxinus hittitorum*, a new species of spring minnow from Central Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration Freshwaters*, 21 (3), 239-246.
- Freyhof, J., Baycelebi, E., & Geiger, M. (2018). Review of the genus *Cobitis* in the Middle East, with the description of eight new species (Teleostei: Cobitidae). *Zootaxa*, 4535 (1), 1-75.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van der Laan, R. (eds) 2019. Eschmeyer's Catalog Of Fishes: Genera, Species, References. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).
- Froese, R., & Pauly, D. (2019). Fishbase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from <http://www.fishbase.org>.
- Geiger, M. F., Herder, F., Monaghan, M. T., Almada, V., Barbieri, R., Bariche, M., Berrebi, P., Bohlen, J., Casal-Lopez, M., Delmastro, G. B., Denys, G. P. J., Dettai, A., Doadrio, I., Kalogianni, E., Kärst, H., Kottelat, M., Kovačić, M., Laporte, M., Lorenzoni, M., Marčić, Z., Özüluğ, M., Perdices, A., Perea, S., Persat, H., Porcelotti, S., Puzzi, C., Robalo, J., Šanda, R., Schneider, M., Šlechtová, V., Stoumboudi, M., Walter, S., & Freyhof, J. (2014). Spatial heterogeneity in the Mediterranean Biodiversity Hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes. *Molecular Ecology Resources*, 14, 1210-1221.
- Geldiay, R., & Balık, S. (2009). *Türkiye Tatlı Su Balıkları*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. Turkey, 166.
- Işıldar, G. Y. (2010). Anthropogenic Impacts on Beyşehir Lake National Park: Infrastructure Problems and Management Issues. *Gazi University Journal of Science*, 23 (3), 271-280.
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature) (2019). IUCN Red List of threatened species. Version 12. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org>
- İnan, A. İ., & Pınarkara, M. (2013). Ulusal Kop Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, Konya, Turkey.
- Kottelat, M., & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646.
- Küçük, F., Atalay, M. A., Güçlü, S. S., & Gülle, İ. (2009a). Türkiye'de Yayılış Gösteren *Pseudophoxinus* (Teleostei: Cyprinidae) Türlerinin Bazı Morfolojik Özellikleri ve Zoocoğrafik Dağılımları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 1-9.
- Küçük, F., Turan, D., Sahin C., & Gülle, İ. (2009b). *Capoeta mauricii* n. sp., a new species of cyprinid fish from Lake Beyşehir, Turkey (Osteichthyes: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 47, 71-82.
- Küçük, F. (2012). Extinct Endemic Fishes of Turkey: *Alburnus akili* (Göyce) and *Pseudophoxinus handlirschi* (Kavinne) (Pisces: Cyprinidae). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 345-347.
- Küçük, F., Gülle, İ., & Güçlü, S. S. (2016). *Pseudophoxinus iconii*, a new species of spring minnow from Central Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration Freshwaters*, 27 (3), 283-288.
- Özüluğ, M., & Freyhof, J. (2011). Revision of the genus *Squalius* in western and central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22 (2), 107-148.
- Özüluğ, M., Saç, G., & Gaygusuz, Ö. (2013). İstilacı özellikteki *Gambusia holbrooki*, *Carassius gibelio* ve

- Pseudorasbora parva* (Teleostei) türleri için Türkiye'den yeni yayılım alanları. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28, 1-22.
- Perdices, A., Özeren, C. S., Erk'akan, F., & Freyhof, J. (2018). Diversity of spined loaches from Asia Minor in a phylogenetic context (Teleostei: Cobitidae). *Plos ONE*, 13 (10), e0205678.
- Stout, C. C., Tan, M., Lemmon, A. R., Lemmon, E. M., & Armbruster, J. W. (2016). Resolving Cypriniformes relationships using an anchored enrichment approach. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 244.
- Tavşanoğlu, Ç. (2016). *Anadolu'nun yüksek biyoçeşitliliği: evrim bunun neresinde?* Akış, I. ve Altınışik, N.E. (Editörler) Yazılama Yayınevi, İstanbul, s. 207-225.
- Turan D., & Bayçelebi E. (2019). Range Extension of *Gobio microlepidotus* Battalgil, 1942 in the Southern Anatolia (Pisces: Cyprinidae). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 156-160.
- Turan, D., Japoshvili, B., Aksu, İ., & Bektaş, Y. (2016). Description of two new species of the genus *Gobio* (Teleostei: Cyprinidae) from the Black Sea coast of Turkey. *Zoology in the Middle East*, 62, 112-124.
- Turan, D., Kaya, C., Bayçelebi, E., Aksu, İ., & Bektaş, Y. (2018). Description of *Gobio fahrettini* a new gudgeon from Lake Ilgın basin, Central Anatolia (Teleostei: Gobionidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 1073, 1-9.
- Van der Laan, R. (2017). Freshwater Fish List. 23rd edition, ISSN: 2468-9157, Almere, The Netherlands, 997 pp.
- Yoğurtçuoğlu, B., Ekmekçi, F. G., Bektaş, Y., Aksu, İ., & Turan, D. (2018). The first record of *Garra kemali* (Teleostei: Cyprinidae) from the Black Sea basin with a re-description of the species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 1083, 1-8.



# *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* (Herbert) Mathew Bitki Ekstraktının Avrupa Deniz Levrek Balığı (*Dicentrarchus labrax*, L.1758) Doğal Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi

Canan ÖNTAŞ<sup>1\*</sup>, Gülşen ULUKÖY<sup>1</sup>, Esin BABA<sup>1</sup>, Ramazan MAMMADOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Muğla, Türkiye

<sup>2</sup>Pamukkale Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Denizli, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: [cananontas@mu.edu.tr](mailto:cananontas@mu.edu.tr)

**Araştırma Makalesi**

Geliş 20 Eylül 2019; Kabul 04 Aralık 2019; Basım 01 Mart 2020.

**Alıntılama:** Öntaş, C., Uluköy, G., Baba, E., & Mammadov, R. (2020). *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* (Herbert) Mathew bitki ekstraktının avrupa deniz levrek balığı (*Dicentrarchus labrax*, L.1758) doğal bağışıklık sistemi üzerine etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(1), 148-157. <https://doi.org/10.22392/actaquat.622606>

## Özet

Bu çalışmada *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* (Herbert) Mathew geofit bitki ekstraktı iki farklı konsantrasyonda (0,5 ve 2 mg/balık) intraperitoneal enjeksiyon yöntemiyle Avrupa deniz levreğine (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758) uygulanmış ve bağışıklık sistemine etkisi araştırılmıştır. Enjeksiyon sonrası 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerde balıklardan kan örnekleri alınmıştır. Doğal bağışıklık ile ilgili parametrelerden olan toplam lökosit sayısı, hematokrit seviye, NBT(+) hücre sayısı, lizozim aktivitesi ve serum total protein miktarındaki değişimler tespit edilmiştir. *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* uygulanan deneme gruplarında kontrol grubuna kıyasla doğal bağışıklık sisteminin aktifleşerek, NBT(+) hücre sayısının 21. günde, toplam lökosit sayısının 14.günde, serum total protein miktarının 14. ve 21. günlerde ve serum lizozim aktivitesinin 21. günde en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 2 mg/balık dozunda uygulanan *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* ekstraktının 0,5 mg/balık dozuna kıyasla daha etkin olduğu bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** İmmunostimulant, bitki ekstraktı, bağışıklık sistemi, *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus*, *Dicentrarchus labrax*.

**Effects of *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* (Herbert) Mathew Plant Extract on the Innate Immune System of European Sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.1758)**

## Abstract

In this study, *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* (Herbert) Mathew geophyte plant extract was applied to European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L. 1758) in two different concentrations (0.5 and 2 mg/fish) by intraperitoneal injection method and its effect on the immune system was investigated. After injection on the 7th, 14th, 21st, 28th and 35th days, blood samples were collected from fish. Some of the innate immune related parameters in blood and serum samples such as total leukocyte count, hematocrit level, NBT (+) cell count, lysozyme activity and serum total protein content were determined. *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* plant extract treated groups exhibited significant immunostimulatory effect, increased NBT (+) cell count at 21st day, total leucocyte count in 14th day, serum total protein level at 14th and 21st day and serum lysozyme activity at 21st day compared with the control group. As a result of plant extract application, the 2 mg/fish group was found to be more effective than the 0.5 mg/fish group.

**Keywords:** Immunostimulant, plant extract, immune system, *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus*, *Dicentrarchus labrax*.

## GİRİŞ

Günümüzde balık yetiştiriciliği, artan dünya nüfusuna paralel olarak ortaya çıkan hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında büyük ekonomik öneme sahip olan bir sektördür (Done ve Halden, 2015; Wang vd., 2016). Balık yetiştiriciliği genellikle intensif ve yarı intensif sistemlerde yapılmaktadır. Ülkemiz balık yetiştiriciliği toplam 314.537 ton olup bunun 116. 915 tonunu Avrupa deniz levreği üretimi oluşturmaktadır (TÜİK, 2018).

Balık yetiştiriciliğinde amaç, gelişen teknoloji ile birlikte en ekonomik yolla kaliteli ve sağlıklı balık üretimi yapmaktır (Terech-Majewska, 2016). Ancak çeşitli patojen mikroorganizmaların sebep olduğu enfeksiyöz hastalıklar balık çiftliklerinde yüksek oranda ölümlere neden olabilmektedir. Yetiştiricilik koşullarında yaşanan çeşitli problemler örneğin; stok yoğunluğunun fazla olması, su kalitesi ve su sıcaklığındaki ani değişimler, balıkların yetersiz beslenmesi ve olumsuz çevre şartları balıklarda stresle birlikte bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olmaktadır. Zayıflayan bağışıklık

sistemi ile birlikte balıklar patojenlere karşı daha savunmasız bir hale gelmekte ve hastalıklar çok daha hızlı bir şekilde ortaya çıkarak yayılmaktadır (Awad ve Awaad, 2017). Hastalıklarla mücadelede birçok kemoterapötik madde kullanılmaktadır. Özellikle bakteriyel balık hastalıklarında yaşanan kayıpları önlemek için antibiyotikler tercih edilmektedir. Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliğinde sıklıkla kullanılan antibiyotiklere örnek olarak florfenikol, sulfadiazin+trimetoprim, oksitetrasiklin, amoksisilin, oksolinik asit ve enrofloksasini örnek olarak verebiliriz (Akşit, 2016). Antibiyotiklerin bilinçsiz ve aşırı kullanımı çeşitli negatif etkilere yol açmaktadır. Balık çiftliklerinde antibiyotiklerin hastalık ortaya çıkmadan profilaktif amaçla ve büyüme performansını arttırmak için kullanıldığı bilinmektedir (Rico vd., 2013; Pes vd., 2018). Aşırı antibiyotik kullanımı bakteriyel direnç gelişimine, çevreye antibiyotik kontaminasyonuna, balıklarda bağışıklık sisteminin baskılanmasına, toksik etkiye ve kas dokusunda antibiyotik kalıntısının besin zinciri yoluyla insanlara geçmesine sebep olabilmektedir (Lunden vd., 1998; Ren vd., 2014; Sukumaran vd., 2016). Antibiyotiklerin bilinçsiz ve yoğun kullanımının sebep olduğu bu negatif etkilerden dolayı balık yetiştiriciliğinde hastalıklardan korunmak amacıyla profilaktif metotların kullanımı giderek önem kazanmakta ve yaygınlaşmaktadır. Balık bağışıklık sistemini uyararak aktive olmasını sağlayan ve güçlendiren profilaktif metotların başında aşı, probiyotik ve immüno stimulant uygulamaları yer almaktadır. (Beltrán vd., 2018). İmmüno stimulantlar bağışıklık sistemini güçlendiren, antijen ile verildiğinde kazanılmış bağışıklık sistemini uyararak yalnız verildiklerinde ise doğal bağışıklık sistemini harekete geçiren doğal veya sentetik maddelerdir (Candan ve Karataş, 2010). Balık sağlığına olumlu yönde etki eden birçok tıbbi bitkinin immüno stimulant olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yapılan çalışmalarda, terapötik maddelere alternatif olarak balık yetiştiriciliğinde antimikrobiyal özelliğe sahip, anti stresör, iştah arttırıcı, büyüme ve hayatta kalma oranını arttıran ve bağışıklık sistemini güçlendiren çeşitli tıbbi bitkilerin kullanımında artış olduğu görülmektedir (Hai, 2015 ; Ngugi vd., 2015; Sukumaran vd., 2016; Yılmaz vd., 2016a; Diler vd., 2018; Bilen vd., 2018). Bitkisel immüno stimulantlar, fenolik, polifenolik, lektin, alkaloid, kinon, terpenoid, lektör ve polipeptid bileşenlerini içermektedir. Bu immüno stimulantların antimikrobiyal özellik gösterip insan ve balık sağlığını tehdit etmeyen zararsız maddeler olduğu bildirilmektedir (Sukumaran vd., 2016; Saeidi asl vd, 2017).

Bu çalışmada Iridaceae familyasına ait antimikrobiyal, antiinflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahip geofit bir bitki olan *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* seçilmiştir. Bu bitki çok yıllık, yumrulu bir geofit bitki türüdür. Bitkinin çiçekli dönemi Eylül ve Kasım aylarındadır ve beyaz mavi tonlarında çiçekleri vardır. Yaşam alanını kayalık yamaçlar ile makilikler oluşturur ve 50-2400 m yüksekliklerde bitkiye rastlanabilir. Ülkemizde bu bitkinin ismi 'çiğdem' olarak bilinmektedir (Mammadov ve Sahranç, 2003; Deniz, 2016). Iridaceae familyasına ait çeşitli türlerin kullanıldığı farmakolojik çalışmalarda sağlığı olumlu yönde etkileyen biyolojik aktiviteye sahip bileşenleri içerdikleri bildirilmiştir (Singab vd., 2016; Mykhailenko vd., 2019; Zengin vd., 2019). Fitokimyasal incelemeleri sonucu izoflavonlar, flavonlar, flavanonlar, triterpenler, iridaller, ksanfonlar, kinonlar, peltojinoidler ve stilbenlerin varlığı tespit edilmiştir (Munyemana, 2013).

Çalışmamızda, Muğla bölgesinde yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*, L.1758) balığının spesifik olmayan bağışıklık sistemi üzerine *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* (Herbert) Mathew geofit bitki ekstraktının etkileri araştırılmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Bitki ekstraksiyonun elde edilmesi**

*Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* bitkisi Muğla ili Göktepe beldesinde, bitkinin doğal olarak yayılım gösterdiği lokasyonlardan toplanarak identifikasyonu yapılmıştır. Bitkinin soğanları yapraklardan ayrılarak ışık almayan bir oda da kurutulmuştur. Kurutulmuş soğanların kabukları soyulmuş ve distile suda yıkanarak kalıntılardan arındırılmıştır. Bitki soğanları küçük parçalara ayrıldıktan sonra erlenlere konarak üzerine etil alkol ilave edilmiş ve çalkalamalı su banyosunda 50°C'de 24 saat inkübe edildikten sonra süzülerek sıvı kısım katı parçacıklardan ayrılmıştır (bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır). Daha sonra elde edilen ekstrakta ki etil alkol rotary evaporatör kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Bitki ekstraktı liyofilize edilerek denemede kullanılmaya kadar buzdolabında +4°C'de saklanmıştır.

### **Balıklar ve deneme dizaynı**

Çalışmada, ortalama  $130 \pm 3,5$  gr ağırlığında 180 adet Avrupa deniz levreği (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) kullanılmıştır. Deneme Bodrum/Güvercinlik'te bulunan su ürünleri yetiştiriciliği yapan özel bir işletmede yürütülmüştür. Balıklar deneme tanklarına alındıktan sonra iki hafta adaptasyona tabi tutulmuştur. Deneme başlamadan önce rastgele örneklenen balıklar mikrobiyolojik yönden incelenmiş ve herhangi bir enfeksiyon taşımadığı tespit edilmiştir. Deneme 3 gruptan (her bir grupta 30 adet balık) oluşmuştur ve iki paralel olarak dizayn edilmiştir. Bitki ekstraktı iki farklı konsantrasyonda (0,5 mg/balık, 2 mg/balık) hazırlanarak 0,1 ml dozajında intraperitoneal enjeksiyonla balıklara uygulanmıştır. Kontrol grubuna ise 0,1 ml fosfat tampon solüsyonu (PBS) enjekte edilmiştir.

#### **Balıklardan kan alımı**

Enjeksiyon işlemi takiben, belirlenen örnekleme günlerinde (7., 14., 21., 28. ve 35. gün) her bir gruptan 5'er adet balık rastgele seçilmiş ve anestezi (fenoksietanol 0,32 ml/l) uygulanarak kaudal venadan enjektör yardımıyla hematolojik ve immünolojik parametreler için heparinli ve heparinsiz tüplere kan örnekleri alınmıştır. Heparinsiz kan örneklerinden serum elde etmek amacıyla örnekler  $+4^{\circ}C$ 'de bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün 3500 devirde 15 dk santrifüj edilerek serum elde edilmiş ve kullanılıncaya kadar  $-20^{\circ}C$ 'de muhafaza edilmiştir (Stolen vd., 1990).

#### **Hematolojik parametreler**

Levrek balıklarına iki farklı konsantrasyonda uygulanan bitki ekstraktının bağışıklık sisteme etkisini belirlemek amacıyla hematolojik parametrelerden toplam lökosit sayısı, monosit, lenfosit ve nötrofil sayıları ile hematokrit değer tespit edilmiştir. Toplam lökosit hücre miktarı belirlenmesinde Thoma lamında sayım yöntemi kullanılmıştır. Kan örnekleri lökosit sayımı için özel pipete alınmış ve 1/10 oranında Natt-Herrick solüsyonu ile seyreltilmiş ve boyanmıştır. Boyanan renkli lökosit hücreleri mikroskopta sayılmıştır (Siwicki vd., 1994; Başusta, 2005).

Hematokrit değerini ölçülmesinde mikrohematokrit yöntem kullanılmıştır. Her bir balıktan alınan kan örnekleri hematokrit tüpe alınmış ve hematokrit santrifüjde 10500 devirde 5 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra % hematokrit değer, santrifüj skalası kullanılarak belirlenmiştir (Başusta, 2005).

Balıklardan alınan kan örnekleriyle hazırlanan frotiler May Grünwald-Giemsa boyama tekniği kullanılarak boyanmıştır. Boyanan preparatlar mikroskop altında immersiyon yağı kullanılarak 100X'de incelenmiştir. Hazırlanan bu frotilerden lökosit hücreleri içerisinde yer alan monosit, lenfosit ve nötrofiller yüzde olarak belirlenmiştir (Stoskopf, 1993).

#### **Nötrofillerde oksidatif radikal üretimi-Nitroblue tetrazolium testi**

Nötrofillerde oksidatif radikal üretiminin tespiti için NBT (+) hücre sayısının belirlenmesinde Anderson vd. (1992) tarafından tanımlanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. % 0,2 oranında Nitroblue tetrazolium (Sigma, N-6876) solüsyonu steril %0,9'luk tuzlu su ile taze olarak hazırlanmıştır. Heparinli kan örneklerinden alınan 50 µl kan örneği lamel üzerine konularak nemli ortamda  $25^{\circ}C$ 'de 30dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası lamel PBS ile yıkanarak eritrositlerden arındırılmıştır. İnkübasyon sonrası yıkanan lamel, NBT solüsyonu damlatılmış lam üzerine ters kapatılarak tekrar nemli ortamda  $25^{\circ}C$ 'de 30dk inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında NBT (+) hücreler mikroskop altında mavi-mor renge boyanmış olarak görüntülenmiş ve 40X büyütmede sayımları yapılmıştır. Her bir balıktan alınan iki ayrı kan örneğinde sayımlar yapılarak elde edilen değerlerin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır.

#### **Serum total protein**

Serum total protein miktarının belirlenmesinde Bradford yöntemi (Bradford, 1976) bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. 96'lık mikropilaya kuyucuklarına 225 µl Bradford reaktifi ve üzerine test edilecek serumdan 25 µl eklenmiş ve spektrofotometrede 595 nm'de ölçüm yapılmıştır. Standart örnek olarak, Bovine serum albumin (BSA) farklı konsantrasyonlarda (0,25mg/ml, 0,50 mg/ml, 1 mg/ml ve 1,40 mg/ml) kullanılmış ve spektrofotometrede absorbans değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen değerlerle standart eğri grafiği oluşturulmuş ve deneme örneklerindeki sonuçlar değerlendirilmiştir.

#### **Serum lizozim aktivitesi**

Serum lizozim aktivitesi turbidimetrik metotla belirlenmiştir. Liyofilize *Micrococcus lysodeikticus* bakterisi (Sigma M 3770) PBS ile süspanse edilmiştir. 96'lık mikropilalara hazırlanan bu süspansiyondan 175 µl ve analiz edilecek serum örneklerinden 25 µl konularak spektrofotometrede 450 nm'de ölçüm yapılmıştır. Standart olarak tavuk yumurtası beyazından elde edilen lizozim

(lysozyme chicken egg White, Sigma L 6876) kullanılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler sonucunda 0,001'lik absorbans değerindeki azalma 1 ünite lizozime eşdeğer olarak hesaplanmıştır (Demers ve Bayne, 1997).

### İstatiksel analizler

Deneme sonucu elde edilen veriler SPSS 25 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır ve gruplar arasında zamana bağlı farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Önem seviyesi  $p < 0.05$ 'dir.

## BULGULAR

### Hematolojik parametreler

Avrupa deniz levreğine 2 farklı dozda (0,5 ve 2 mg/balık) intraperitoneal enjeksiyon yöntemiyle uygulanan *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* bitki ekstraktının bağışıklık sisteme olabilecek etkisi hematokrit değer, toplam lökosit sayısı (Tablo 1) ve yüzde monosit, nötrofil ve lenfosit hücre oranları tespit edilerek belirlenmiştir (Tablo 2).

Toplam lökosit sayısında, bitki ekstraktı uygulanan deneme grupları ile kontrol grubu arasında istatistiki açıdan farklılığın ( $p < 0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Bitki ekstraktının uygulandığı her iki deneme grubunda, kontrol grubuna kıyasla lökosit sayısında tüm örnekleme günlerinde artışın olduğu görülmektedir. Bu artış özellikle 2 mg/balık dozunda uygulanan grupta 0,5 mg/balık grubuna göre daha yüksektir. Lökosit sayısındaki maksimum artış 14. günde 2 mg/balık grubunda tespit edilmiştir.

Kan frotilerinde belirlenen lenfosit, monosit ve nötrofil hücrelerinin yüzde oranlarına ait veriler Tablo 2'de gösterilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucuna göre lenfosit hücrelerinin yüzdeleri değerlendirildiğinde, her iki deneme grubunda kontrol grubuna kıyasla 7. günde ki düşüş hariç diğer günlerde büyük bir farklılığın olmadığı bulunmuştur ( $p > 0.05$ ). Nötrofil hücre yüzdesinde, bitki ekstraktı uygulanan deneme gruplarında istatistiki olarak 7. günden itibaren artış olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). En yüksek nötrofil yüzdesi 0,5 mg/balık dozunda bitki ekstraktı uygulanan grupta 21. günde görülmektedir. Monosit hücrelerinin yüzdesi değerlendirildiğinde ise her iki deneme grubunda 21. ve 28. günlerde kontrol grubuna oranla artış olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Özellikle uygulamanın 21. gününde hem 0,5 hem de 2 mg/balık gruplarında monosit yüzdesinin en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır.

Hematokrit seviyelerinde deneme grubu ve kontrol grubu balıkları arasında istatistiksel olarak bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0.05$ ) (Tablo 1).

### Nitroblue tetrazolium pozitif hücre sayısı

Bitki ekstraktının uygulandığı deneme gruplarında NBT (+) hücre sayısının kontrol grubuna kıyasla istatistiki açıdan farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Örneklemin yapıldığı tüm günlerde, her iki deneme grubunda da NBT (+) hücre sayısının kontrol grubuna kıyasla artış gösterdiği görülmektedir (Tablo 1). Denemede 2 mg/balık grubunun NBT pozitif hücre sayısının 28. ve 35. günlerde 0,5 mg/balık grubuna göre daha yüksek değere ulaştığı saptanmıştır.

### Serum lizozim aktivitesi

Deneme ve kontrol grubu balıklarında, serum lizozim aktivitesi bulguları Şekil 1'de verilmiştir. Bitki ekstraktı uygulanan gruplarda özellikle 14., 21. ve 28. günlerde lizozim aktivitesinin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında önemli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Maksimum lizozim aktivitesi 2 mg/balık grubunda 21. günde saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

### Serum total protein

*C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* geofit bitki ekstraktının levrek balıklarına intraperitoneal enjeksiyonu sonrası 1.günden 35. güne kadar alınan kan örneklerine ait serum total protein miktarı bulguları Şekil 2'de verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre kontrol grubu ile bitki ekstraktı uygulanan gruplar arasında istatistiki farklılığın olduğu belirlenmiştir. 0,5 mg/balık grubu kontrol grubu ile kıyaslandığında 1., 21. ve 35. günlerde artış gösterirken, 2 mg/balık grubunda ise 1., 14. ve 21. günlerde artış olduğu saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Hastalıklara karşı koruyucu amaçlı doğal bağışıklık sistemini uyarıp harekete geçiren çeşitli bitkisel maddelerin balık yetiştiriciliğinde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Ayrıca balıklar da büyümeyi teşvik etmeleri, iştah arttırmaları, ve antimikrobiyal özelliklere sahip olmaları nedeni ile bitki ekstraktlarının su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımı ilgi gören önemli konular arasında yer almıştır (Abdel-Tawwab vd., 2018).

Yapılan bu çalışmada *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* geofit bitki ekstraktının levrek balıklarının bağışıklık sistemi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla iki farklı dozda hazırlanan (0,5 ve 2 mg/balık) geofit bitki ekstraktı balıklara intraperitoneal enjeksiyon yöntemiyle uygulanmıştır.

Farklı bitki türlerinin balıklara uygulanması sonrasında çeşitli hematolojik parametrelerin seviyesindeki artış bu tür bitki immunostimulant olarak kullanılabilceğini göstermektedir (Moghanlou vd., 2018). Hematolojik parametreler, beslenme, su kalitesi ve hastalık gibi etmenlere bağlı olarak balığın fizyolojisi, bağışıklık sistemi ve dolayısıyla da sağlık durumu hakkında bilgi edinmemizi sağlayan önemli indikatörlerdir (Fazio, 2019). Savunma mekanizmasının ilk hattını oluşturan lökositler doğal bağışıklık sisteminin en önemli hücreleridir. Sağlıklı bireylerde lökosit sayısında ki artış immün sistemin aktive olduğunu göstermektedir (Ngugi vd., 2015; Laith vd., 2017). Saleh vd. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada levrek balıkları sarımsak (10, 20 ve 30 g/kg diet) ve soğan (5, 10 ve 20 g/kg diet) tozu içeren yem ile 8 hafta beslenmişlerdir. Deneme sonucu toplam lökosit sayısının 30 g/kg oranında sarımsak tozu uygulanan grupta kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Farklı oranlarda soğan tozu uygulanan tüm deneme gruplarında ise toplam lökosit sayısının kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diler vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada gökkuşacağı alabalıklarının dietine pelin otu (*Artemisia vulgaris* L.) bitkisi, toz (%0, %0.1, %0.5, %1, %2) ve etanol ekstraktı (250 ve 1000 mg/kg) olarak ilave edilmiştir ve balıklar 60 gün süresince hazırlanan bu yem ile beslenmiştir. Denemenin 20. gününde yapılan örneklemede lökosit sayısının %2 grubunda kontrol ve diğer deneme gruplarından daha yüksek olduğu bulunmuştur. Denemenin 45. gününde ise gruplar arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Başka bir çalışmada ise Nil tilapyasında, *Excoecaria agallocha* yaprağı ekstraktının bağışıklık sisteme ve *Streptococcus agalactia*'ye karşı etkisini belirlemek amacıyla 5 farklı konsantrasyonda diyetle bitki ekstraktı ilave edilmiştir. Balıklar 28 gün bu diyetle beslenmiş ve çalışma sonucu toplam lökosit sayısının 50 mg ekstrakt uygulanmış deneme grubunda 28. günde arttığı bulunmuştur (Laith vd., 2017). Çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler sonucu *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* geofit bitki ekstraktı verilen deneme gruplarında toplam lökosit hücre sayısında ki artışın yukarıdaki araştırma sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. 2 mg/balık dozunda bitki ekstraktı uygulanan grupta toplam lökosit sayısında ki artışın daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda lökosit grubu kan hücrelerinden olan monosit, nötrofil ve lenfosit hücrelerinin yüzde oranları belirlenmiştir. Farklı bitki türleri uygulanan çeşitli balık türlerinde yapılan çalışmalarda monosit, nötrofil ve lenfosit oranlarında artış olduğu bildirilmiştir (Binaii vd., 2014; Saeidi asl vd., 2017; Dias vd., 2019) Enfeksiyon olmadığı halde artan lökosit grubu hücre sayısı bağışıklık sistemin uyarılarak aktive olduğunu gösteren olumlu bir sonuçtur. Lökosit hücre sayısı bulguları incelendiğinde, *C. cancellatus* bitki ekstraktının uygulandığı bu çalışma ile yukarıda belirtilen farklı balık türlerinde uygulanan immunostimulant çalışmalarına ait sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir.

Bitki ekstraktının uygulandığı bu çalışmada kandaki hematokrit seviye belirlenmiştir ve deneme ile kontrol grupları arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ). Yılmaz ve Ergün (2012 b) tarafından yapılan bir çalışmada levrek balıklarına sarımsak (0.01 ve 0.02 mL/L) ve zencefil (0.01 ve 0.02 mL/L) yağı ve ikisinin karışımı (herbir yağ için konsantrasyon 0.005 ve 0.01 mL/L) immersiyon yöntemiyle (96 saat) uygulanmıştır. Deneme sonucu hematokrit seviyesinde deneme ve kontrol grubu arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Yapılan başka bir çalışmada ise *Stachys lavandulifolia* Vahl ekstraktı içeren yem ile beslenen alabalıklarda hematokrit değerinde farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Moghanlou vd., 2018). Çalışma bulgularımız ile yukarıda örnek olarak verilen araştırma bulguları benzer sonuçlar göstermiştir. Balıklara uygulanan bitkisel immunostimulantların kan hematokrit seviyesinde olumsuz bir etki yaratmadığı görülmektedir.

Fagositik hücrelerin patojenik mikroorganizmaları öldürebilme yeteneği, vücudun hastalıklara karşı korunmasında görev alan önemli mekanizmalardan biridir. Aktif nötrofil hücrelerinin belirlendiği

NBT (+) hücre sayısındaki artış doğal bağışıklık sisteminin aktive olduğunu gösteren bir parametredir. *C. cancellatus* geofit bitki ekstraktı uygulanan balıklardan haftalık alınan kan örneklerinde NBT (+) hücreler belirlenerek sayılmıştır. Bilen vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada sazan balıkları dere otu (*Anethum graveolens*) ve tere (*Lepidium sativum*) bitkilerinden 1 ve 2 g/kg oranlarında hazırlanmış diet ile 45 gün beslenmişlerdir. Süperoksit anyonlarının üretimini belirlemek amacıyla NBT testi yapılmış ve deneme gruplarında süperoksit anyon üretiminin kontrol grubuna kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir. Nil tilapularında yapılan başka bir çalışmada balıklar 6 farklı konsantrasyonda tarçın içeren yem ile 8 hafta süresince beslenmiştir. Çalışma sonucuna göre 3 ve 10 g/kg oranlarında tarçın ile beslenen gruplarda NBT (+) hücre sayısı kontrol grubuna kıyasla artış göstermiştir (Abdel-Tawwab vd., 2018). Bilen vd. (2013 a) tarafından yapılan başka bir çalışmada koi balıkları 3 farklı dozda (0,5, 1, 1,5 g kg<sup>-1</sup>) tetra özütü (*Cotinus coggygria*) içeren yem ile 4 hafta beslenmiştir. NBT (+) hücre sayısı tüm deneme gruplarında kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca NBT (+) hücre sayısının tetra dozunun miktarıyla doğru orantılı olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda iki farklı dozajda uygulanan geofit bitki ekstraktının uygulandığı gruplarda saptanan NBT (+) hücre sayısındaki artış yukarıda belirtilen çalışmalara ait sonuçlar ile uyumludur. Her iki deneme grubumuzda da NBT (+) hücre sayısı artış göstermiştir, özellikle 2 mg/balık grubu 0,5 mg/balık grubuna kıyasla 28. ve 35. günlerde daha yüksek değerlere ulaşmıştır.

Balıklarda humoral faktörelere biri olan lizozim, mukus, kan serumu, böbrek, karaciğer, dalak ve fagositik hücrelerde bulunan bir enzimdir ve doğal bağışıklık sisteminin önemli bir parçasıdır. Antimikrobiyal özelliğe sahip olan lizozim bakterilerin hücre duvarını inhibe ederek etki gösterir ve balığı patojen mikroorganizmalara karşı korur (Iwama ve Nakanishi, 1996; Kav ve Erganiş, 2008; Uribe vd., 2011). Yapılan birçok çalışmada bitkisel kökenli immunostimulantların lizozim aktivitesini arttırdığı belirlenmiştir. Örneğin; Yılmaz vd. (2016 a)'nin yaptığı bir çalışmada levrek balıkları %1 oranında kekik (*Thymus vulgaris* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve çemen (*Trigonella foenum graecum* L.) ilave edilen yemler ile 45 gün boyunca beslenmiştir. Lizozim aktivitesinin 30. günden itibaren tüm deneme gruplarında kontrol grubuna kıyasla artış gösterdiği bulunmuştur. Wang vd. (2016) tarafından yapılmış bir çalışmada bitkisel polisakkaritler (*Ficus carica*, *Radix isatidis*, *Schisandra chinensis*) diyete eklenerek sazan balıklarına 21 gün boyunca verilmiştir. Serum lizozim aktivitesinin özellikle yemlemenin 14. gününden sonra kontrol grubuna kıyasla polisakkarit içeren yemle beslenen deneme gruplarında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada alabalıklar %1, %2 ve %3 oranlarında ısırgan otu ilaveli yemle 8 hafta süresince beslenmiştir ve serum lizozim aktivitesinin 8. haftada %2 ve %3 oranında ısırgan otunun kullanıldığı deneme gruplarında kontrol grubuna göre yüksek seviyelerde olduğu bulunmuştur (Saeidi asl vd., 2017). Çipura balıklarında yapılan bir çalışmada, *Muscari comosum* bitki ekstraktı 0,5 ve 2 mg/balık konsantrasyonlarında intraperitoneal enjeksiyon yöntemiyle balıklara uygulanmıştır. Çalışma sonucu en yüksek serum lizozim aktivitesi 7. günde 0,5 mg/balık grubunda ve 21. günde 2 mg/balık grubunda belirlenmiştir (Baba vd., 2014). Yapılan çalışmalar gösteriyor ki immunostimulantlar bağışık cevabı aktive ederek lizozim seviyesinde artışa sebep olmaktadır. Yukarıda bahsedilen araştırmalar ile çalışma sonuçlarımız benzerlik göstermektedir ve *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* geofit bitki ekstraktının her iki dozda da 14., 21. ve 28. günlerde lizozim seviyesinde kontrol grubuna oranla belirgin bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Serum total protein humoral kompenetlerden olan albümin, globülin, lipoprotein ve glikoproteinler gibi çeşitli proteinlerden oluşmaktadır ve balıklarda doğal bağışıklık sisteminin bir parçasıdır. Serum total protein miktarı balığın türüne, yaşına ve yaşadığı su koşullarına göre değişiklik gösterebilmektedir (Baba, 2014). Asya deniz levreğinde yapılan bir çalışmada zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe), balıkların yemine 1, 2, 3, 5 ve 10 g/kg oranlarında karıştırılmıştır ve 15 gün boyunca beslenmişlerdir. Deneme sonucu 3, 5 ve 10 g/kg zencefil ile beslenen gruplarda toplam protein miktarının kontrol grubuna kıyasla artış gösterdiği tespit edilmiştir (Talpur vd., 2013). Bir başka çalışmada, kahverengi hazar alabalıkları %1, %2, %3 oranlarında nane ekstraktı içeren yemle 8 hafta boyunca beslenmiştir ve serum total protein miktarının özellikle %3'lük nane konsantrasyonu ile beslenen grupta deneme grubuna kıyasla artış gösterdiği belirlenmiştir (Adel vd., 2015). Çalışma bulgularımız incelendiğinde farklı balık türlerinde, farklı bitkisel uygulamaların yapıldığı yukarıda bahsedilen araştırma bulguları ile benzer sonuçlara sahip olduğu görülmektedir ve serum total protein miktarında deneme gruplarında kontrol grubuna kıyasla artış kaydedilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada *C. cancellatus* subsp. *mazziaricus* bitki ekstraktı levreklerde doğal bağışıklık sistemini harekete geçirmekte ve bazı immün sistem parametrelerinde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Özellikle 2 mg/balık dozunun, bağışık cevapta önemli bir rol oynayan toplam lökosit hücre sayısında ve NBT pozitif hücre sayısında 0,5 mg/balık dozuna göre daha etkili olduğu ve deniz balıkları yetiştiriciliğinde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Hastalıklara karşı korunmada alınabilecek önlemler arasında diyetlere immunositimulant ilave edilmesi yetiştiricilik açısından uygulanması gereken alternatif ve faydalı yöntemlerden biridir. Ekonomik, etkin ve uygulanabilir olması sebebiyle büyük bir avantaja sahiptir. Sürdürülebilir bir yetiştiricilik için, doğal ve çevre dostu bitkisel kökenli immunostimulant uygulamalarının geliştirilmesine devam edilerek, farklı balık türlerinde, farklı yetiştiricilik koşullarında bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Tablo 1.** Farklı dozlarda *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* ekstraktı uygulanan levreklerde hematokrit (%), NBT (+) hücre sayısı ve toplam lökosit hücre sayısı sonuçları

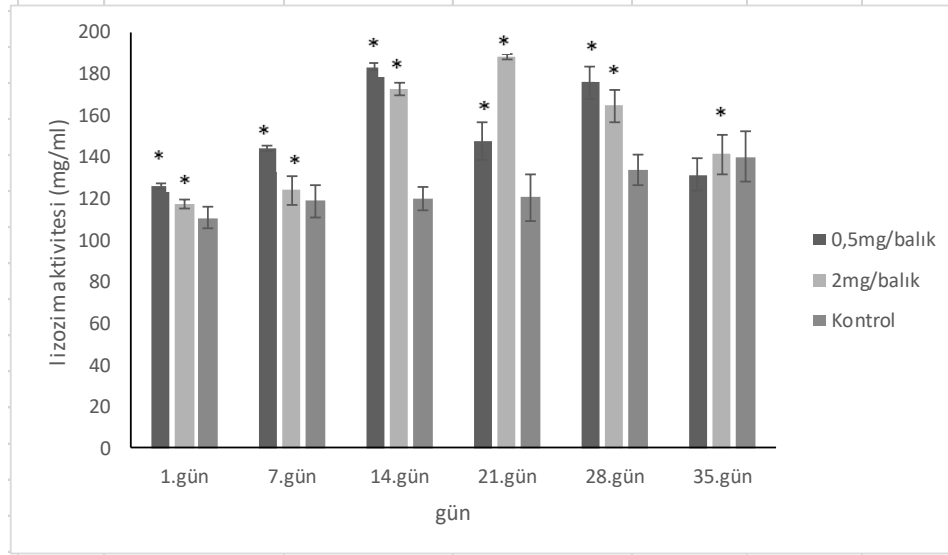
	Grup	Hematokrit (%)	NBT (+) hücre sayısı	Toplam lökosit ( $10^3$ cell/mm <sup>3</sup> )
7.gün	0,5 mg	36 ± 0,47 <sup>a</sup>	6 ± 0,52 <sup>a</sup>	60,30 ± 2,07 <sup>de</sup>
	2 mg	36 ± 0,29 <sup>a</sup>	3,4 ± 0,19 <sup>bc</sup>	67,34 ± 2,44 <sup>bc</sup>
	Kontrol	36 ± 0,47 <sup>a</sup>	0,9 ± 0,19 <sup>hi</sup>	54,68 ± 0,96 <sup>ef</sup>
14.gün	0,5 mg	35,6 ± 0,28 <sup>a</sup>	6 ± 0,21 <sup>a</sup>	62,22 ± 0,49 <sup>cd</sup>
	2 mg	36 ± 0,47 <sup>a</sup>	6,3 ± 0,53 <sup>a</sup>	82,96 ± 2,42 <sup>a</sup>
	Kontrol	36,3 ± 0,29 <sup>a</sup>	1,7 ± 0,24 <sup>efghi</sup>	50,15 ± 2,08 <sup>fg</sup>
21.gün	0,5 mg	35,6 ± 0,33 <sup>a</sup>	6 ± 0,62 <sup>a</sup>	80,46 ± 3,46 <sup>a</sup>
	2 mg	36 ± 0,69 <sup>a</sup>	6,6 ± 0,54 <sup>a</sup>	82,37 ± 1,77 <sup>a</sup>
	Kontrol	36,4 ± 0,33 <sup>a</sup>	2,1 ± 0,22 <sup>defg</sup>	46,09 ± 1,58 <sup>gh</sup>
28.gün	0,5 mg	35,7 ± 0,24 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,22 <sup>cd</sup>	70,64 ± 1,29 <sup>b</sup>
	2 mg	36,2 ± 0,13 <sup>a</sup>	4 ± 0,72 <sup>b</sup>	68,32 ± 2,25 <sup>b</sup>
	Kontrol	36 ± 0,76 <sup>a</sup>	1,3 ± 0,20 <sup>efghi</sup>	50,80 ± 0,37 <sup>fg</sup>
35.gün	0,5 mg	36,1 ± 0,33 <sup>a</sup>	1,9 ± 0,16 <sup>defgh</sup>	60,46 ± 1,92 <sup>de</sup>
	2 mg	36,2 ± 0,24 <sup>a</sup>	2,2 ± 0,30 <sup>def</sup>	65,68 ± 1,96 <sup>bcd</sup>
	Kontrol	36 ± 0,21 <sup>a</sup>	1 ± 0,18 <sup>ghi</sup>	50,00 ± 1,05 <sup>fg</sup>

Tablodaki harflendirmeler istatistiki farklılıkları göstermektedir (p > 0,05; n:30)

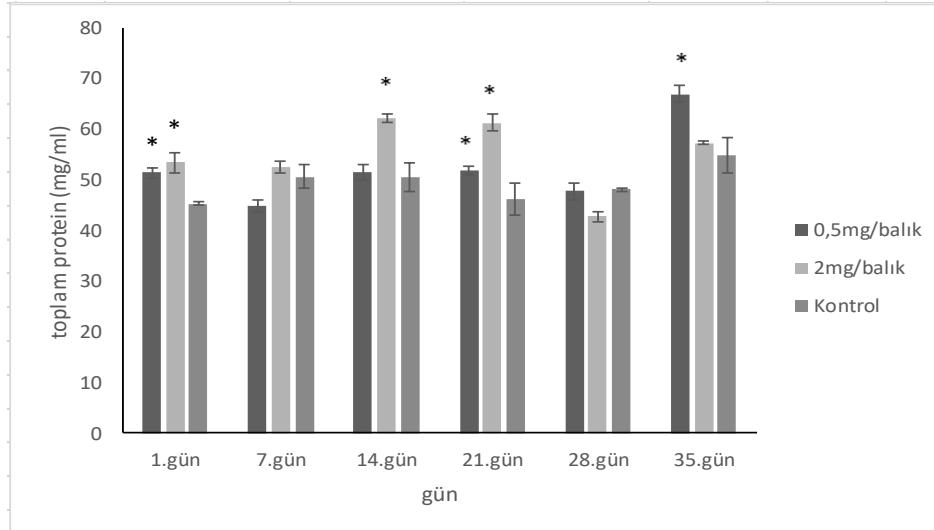
**Tablo 2.** Farklı dozlarda *Crocus cancellatus* subsp. *mazziaricus* ekstraktı uygulanan levreklerde kan frotisinde sayılan lenfosit, nötrofil ve monosit hücrelerin yüzde oranları

	Grup	Lenfosit (%)	Nötrofil (%)	Monosit (%)
7. gün	0,5 mg	83,8 ± 1,42 <sup>f</sup>	6,2 ± 0,51 <sup>b</sup>	8 ± 1,31 <sup>a</sup>
	2 mg	89 ± 1,38 <sup>e</sup>	5 ± 0,13 <sup>c</sup>	6 ± 1,32 <sup>c</sup>
	Kontrol	94,6 ± 0,33 <sup>cd</sup>	2,4 ± 0,26 <sup>ef</sup>	3 ± 0,24 <sup>e</sup>
14.gün	0,5 mg	95,6 ± 0,33 <sup>c</sup>	2,2 ± 0,33 <sup>ef</sup>	2,2 ± 0,21 <sup>f</sup>
	2 mg	94,8 ± 0,32 <sup>cd</sup>	3 ± 0,13 <sup>d</sup>	2,2 ± 0,21 <sup>f</sup>
	Kontrol	94,8 ± 0,77 <sup>cd</sup>	2,1 ± 0,32 <sup>ef</sup>	3,1 ± 0,61 <sup>e</sup>
21.gün	0,5 mg	82,8 ± 0,53 <sup>f</sup>	7,2 ± 0,74 <sup>a</sup>	7,2 ± 0,93 <sup>b</sup>
	2 mg	92,8 ± 0,57 <sup>d</sup>	3,2 ± 0,32 <sup>d</sup>	4 ± 0,47 <sup>d</sup>
	Kontrol	96,4 ± 0,54 <sup>b</sup>	1,6 ± 0,42 <sup>g</sup>	2 ± 0,16 <sup>f</sup>
28.gün	0,5 mg	96 ± 0,21 <sup>b</sup>	2 ± 0,29 <sup>ef</sup>	2 ± 0,21 <sup>f</sup>
	2 mg	96,6 ± 0,4 <sup>b</sup>	1,4 ± 0,29 <sup>g</sup>	2 ± 0,16 <sup>f</sup>
	Kontrol	97,2 ± 0,24 <sup>a</sup>	1,8 ± 0,13 <sup>g</sup>	1 ± 0,16 <sup>g</sup>
35.gün	0,5 mg	96,8 ± 0,13 <sup>b</sup>	1,2 ± 0,13 <sup>g</sup>	2 ± 0 <sup>f</sup>
	2 mg	95 ± 0,55 <sup>c</sup>	3 ± 0,44 <sup>d</sup>	2 ± 0,24 <sup>f</sup>
	Kontrol	95,4 ± 0,33 <sup>c</sup>	2,6 ± 0,21 <sup>e</sup>	2 ± 0,13 <sup>f</sup>

Tablodaki harflendirmeler istatistiki farklılıkları göstermektedir (p > 0,05; n:30)



Şekil 1. Gruplar arasında serum lizozim aktivitesi değişimleri (p>0,05; n:30)  
\*: İstatistiki açıdan farklılığı göstermektedir.



Şekil 2. Gruplar arasında serum total protein miktarlarındaki değişim (p>0,05; n:30)  
\*: İstatistiki açıdan farklılığı göstermektedir.

**Teşekkür:** Bu çalışma, TUBİTAK 104V126 no'lu kariyer projesinin bir parçası olup Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi BAP tarafından da 09/19 nolu yüksek lisans tez projesi olarak desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Abdel-Tawwab, M., Samir, F., Abd El-Naby, A.S., & Monier, M.N. (2018). Antioxidative and immunostimulatory effect of dietary cinnamon nanoparticles on the performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) and its susceptibility to hypoxia stress and *Aeromonas hydrophila* infection. *Fish and Shellfish Immunology*, 74, 19-25.
- Adel, M., Safari, R., Pourgholam, R., Zorriehzahra, J., & Esteban, M.Á. (2015). Dietary peppermint (*Mentha piperita*) extracts promote growth performance and increase the main humoral immune parameters (both at mucosal and systemic level) of Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius* Kessler, 1877). *Fish and Shellfish Immunology*, 47, 623-629.
- Akşit, D. (2016). Balık Yetiştiriciliğinde Antibakteriyel Direnç ve Önemi. *Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Sciences Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, 2 (1), 47-54.
- Anderson, D.P., Moritomo, T., & Grooth, R. (1992). Neutrophile, glass adherent, nitroblue tetrazolium assay gives early indication of immunization effectiveness in rainbow trout. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 30 (4), 419-429.



- Awad, E., & Awaad, A. (2017). Role of medicinal plants on growth performance and immune status in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 67, 40–54.
- Baba, E., Uluköy, G., & Mammadov, R. (2014). Effects of *Muscari comosum* extract on nonspecific immune parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata* (L. 1758). *Journal of the World Aquaculture Society*, 45 (2), 173–182.
- Baba, E. (2014). *Gökkuşluğu Alabalığı (Oncorhynchus mykiss, Walbaum 1792)'nda bazı mantar türlerinin spesifik olmayan immün sistem üzerine etkilerinin araştırılması*. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Muğla, 177 s.
- Başusta, A.G. (2005). *Balık Hematolojisi ve Hematolojik Metotlar*. Nobel Yayın, Ankara.
- Beltrán, J.M.G., Espinosa, C., Guardiola, F.A., & Esteban, M.Á. (2018). In vitro effects of *Origanum vulgare* leaf extracts on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) leucocytes, cytotoxic, bactericidal and antioxidant activities. *Fish and Shellfish Immunology*, 79, 1–10.
- Bilen, S., Yılmaz, S., & Bilen, A. M. (2013). Tetra (*Cotinus coggygria*) özütünün koi balıklarında (*Cyprinus carpio*) *Vibrio anguillarum* enfeksiyonuna karşı hematolojik ve immunolojik açıdan etkileri. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13 (3), 517–522.
- Bilen, S., Özkan, O., Alagöz, K., & Özdemir, K.Y. (2018). Effect Of dill (*Anethum graveolens*) and garden cress (*Lepidium sativum*) dietary supplementation on growth performance, digestive enzyme activities and immune responses of juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 495, 611-616.
- Binaii, M., Ghiasi, M., Farabi, S. M. V., Pourgholam, R., Fazli, H., Safari, R., Alavi, S.E., Taghavi, M.J., & Bankehsaz, Z. (2014). Biochemical and hemato-immunological parameters in juvenile beluga (*Huso huso*) following the diet supplemented with nettle (*Urtica dioica*). *Fish and Shellfish Immunology*, 36 (1), 46–51.
- Bradford, M.M. (1976). A rapid method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Candan, A., & Karataş, S. (2010). *Balık Sağlığı*. Kalmak Ofset, İstanbul.
- Demers, N.E., & Bayne, C.J. (1997). The immediate effects of stres on hormones and plasma lysozyme in rainbow trout. *Developmental & Comparative Immunology*, 21, 363- 373.
- Deniz, N. (2016). *Crocus cancellatus subsp. mazziaricus ve Crocus pallasii subsp. pallasii taksonlarının ekstraktlarının aktif bileşenleri ve bazı biyolojik aktivitelerinin belirlenmesi*. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 66 s.
- Dias, M.K.R., Yoshioka, E.T.O., Rodriguez, A.F.R., Ribeiro, R.A., Faria, F.S.E.D.V., Ozório, R.O.A., & Tavares-Dias, M. (2019). Growth, physiological and immune responses of *Arapaima gigas* (Arapaimidae) to *Aeromonas hydrophila* challenge and handling stress following feeding with immunostimulant supplemented diets. *Fish and Shellfish Immunology*, 84, 843–847.
- Diler, Ö., Görmez, Ö., Terzioğlu, S., & Atabay, A. (2018). Effect of wormwood (*Artemisia vulgaris* L) on resistance against diseases and nonspecific immune system in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 4 (1), 1–11.
- Done, H.Y., & Halden, R.U. (2015). Reconnaissance of 47 antibiotics and associated microbial risks in seafood sold in the United States. *Journal of Hazardous Materials*, 282, 10–17.
- Fazio, F. (2019). Fish hematology analysis as an important tool of aquaculture: A review. *Aquaculture*, 500, 237–242.
- Hai, N.V. (2015). The use of medicinal plants as immunostimulants in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 446, 88–96.
- Iwama, G., & Nakanishi, T. (1996) *The Fish Immune System, Organism, Pathogen and Environment*, Academic Press. California, USD.
- Kav, K., & Erganiş, O. (2008). Balıklarda Bağışıklık Sistemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1, 97-106.
- Laith, A.A., Mazlan, A.G., Effendy, A.W., Ambak, M.A., Nurhafizah, W.W.I., Alia, A.S., Jabar, A., & Najiah, M. (2017). Effect of *Excoecaria agallocha* on non-specific immune responses and disease resistance of *Oreochromis niloticus* against *Streptococcus agalactiae*. *Research in Veterinary Science*, 112, 192–200.
- Lundén, T., Miettinen, S., Lönnström, L.G., Lilius, E.M., & Bylund, G. (1998). Influence of oxytetracycline and oxolinic acid on the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish and Shellfish Immunology*, 8 (3), 217–230.
- Mammadov, R., & Sahranç, B. (2003). Muğla İl Merkezinde Sonbaharda Tespit Edilen Bazı Geofitler. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 12, 13-18.
- Moghanlou, K.S., Isfahani, E.N, Dorafshan, S., Tukmechi, A., & Aramli, M.S. (2018). Effects of dietary supplementation with *Stachys lavandulifolia* Vahl extract on growth performance, hemato-biochemical and innate immunity parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Animal Feed Science and Technology*, 237, 98–105.
- Munyemana, F. (2013). Qualitative Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity Evaluation of the Bulb

- Extracts of *Gladiolus psittacinus* Hook (Iridaceae). *International Network Environmental Management Conflicts*, 2 (1), 14-31.
- Mykhailenko, O., Kovalyov, V., Goryacha, O., Ivanauskas, L., & Georgiyants, V. (2019). Biologically active compounds and pharmacological activities of species of the genus *Crocus*: A review. *Phytochemistry*, 162, 56-89.
- Ngugi, C.C., Oyoo-Okoth, E., Mugo-Bundi, J., Orina, P.S., Chemoiwa, E.J., & Aloo, P. A. (2015). biochemical, hematological and immunological parameters in juvenile and adult *Labeo victorianus* challenged with *Aeromonas hydrophila*. *Fish and Shellfish Immunology*, 44 (2), 533-541.
- Pês, T. S., Saccol, E. M. H., Londero, É. P., Bressan, C. A., Ourique, G. M., Rizzetti, T. M., Prestes, O.D., Zanella, R., Baldisserotto, B., & Pavanato, M. A. (2018). Protective effect of quercetin against oxidative stress induced by oxytetracycline in muscle of silver catfish. *Aquaculture*, 484, 120-125.
- Ren, X., Pan, L., & Wang, L. (2014). Effect of florfenicol on selected parameters of immune and antioxidant systems and damage indexes of juvenile *Litopenaeus vannamei* following oral administration. *Aquaculture*, 432, 106-113.
- Rico, A., Phu, T.M., Satapornvanit, K., Min, J., Shahabuddin, A.M., Henriksson, P.J.G, Murray, F.J., Little, D.C., Dalsgaard, A., & Brink, P.J.V (2013) Use of veterinary medicines, feed additives and probiotics in four major internationally traded aquaculture species farmed in Asia. *Aquaculture*, 412-413, 231-243.
- Saeidi asl, M.R., Adel, M., Caipang, C.M.A., & Dawood, M.A.O. (2017). Immunological responses and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles following dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*). *Fish and Shellfish Immunology*, 71, 230-238.
- Saleh, N. E., Michael, F. R., & Toutou, M. M. (2015). Evaluation of garlic and onion powder as phyto-additives in the diet of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 41 (2), 211-217.
- Singab, A.N.B., Ayoub, I.M., El-Shazly, M., Korinek, M., Wu, T.Y., Cheng, Y.Bin, Chang., F.R., & Wu, Y.C. (2016). Shedding the light on Iridaceae: Ethnobotany, phytochemistry and biological activity. *Industrial Crops and Products*, 92, 308-335.
- Siwicki, A.K., Anderson, D.P., & Rumsey, G.L. (1994). Dietary intake of immunostimulants by rainbow trout affects non-specific immunity and protection against furunculosis. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 41, 125-139.
- Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Roberson B.S., & van Muiswinkel W.B. (1990). *Techniques in Fish Immunology*. Fair Haven, NJ: SOS Publications
- Stoskopf M. K. (1993). *Fish Medicine*. Philadelphia: WB Saunders.
- Sukumaran, V., Parh, S.C., & Sankar, S. (2016). Role of dietary ginger *Zingiber officinale* in improving growth performances and immune functions of *Labeo rohita* fingerlings. *Fish and Shellfish Immunology*, 57, 362-370.
- Talpur, A. D., Ikhwanuddin, M., & Ambok Bolong, A. M. (2013). Nutritional effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on immune response of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch) and disease resistance against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture*, 400-401, 46-52.
- Terech-Majewska, E. (2016). Improving disease prevention and treatment in controlled fish culture. *Archives of Polish Fisheries*, 24, 115-165.
- TUİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Su Ürünleri İstatistikleri. Alıntılanma Adresi [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005) (03.09.2019).
- Uribe, C., Folch, H., Enriquez, R., & Moran, G. (2011). Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review. *Veterinarni Medicina*, 56 (10), 486-503.
- Wang, E., Chen, X., Wang, K., Wang, J., Chen, D., Geng, Y., Lai, W., & Wei, X. (2016). Plant polysaccharides used as immunostimulants enhance innate immune response and disease resistance against *Aeromonas hydrophila* infection in fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 59, 196-202.
- Yılmaz, S., Ergün, S., & Çelik, E. Ş. (2016 a). Effect of Dietary Spice Supplementations on Welfare Status of Sea Bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Proceedings of the National Academy of Sciences India, Section B, Biological Sciences*, 86 (1), 229-237.
- Yılmaz, S., & Ergün, S. (2012 b). Effects of garlic and ginger oils on hematological and biochemical variables of sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Journal of Aquatic Animal Health*, 24 (4), 219-224.
- Zengin, G., Aumeeruddy, M. Z., Diuzheva, A., Jekö, J., Cziáky, Z., Yıldıztuğay, A., Yıldıztuğay, E., & Mahomoodally, M. F. (2019). A comprehensive appraisal on *Crocus chrysanthus* (Herb.) Herb. flower extracts with HPLC-MS/MS profiles, antioxidant and enzyme inhibitory properties. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 164, 581-589.

# 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 2146401 Fax: +90 246 2146445

<http://dergipark.gov.tr/actaquatr>

[actaquatr@isparta.edu.tr](mailto:actaquatr@isparta.edu.tr)

# 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 11 punto-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 (Cirik and Gökpınar, 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

## 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., & Gökpmar, 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.

# 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 Tathısu 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>, İlter 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 ıstakozu (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; Harhoğlu ve Aksu 2002; Harhoğlu ve Mişe 2007; Bilgin vd., 2008).



## 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.

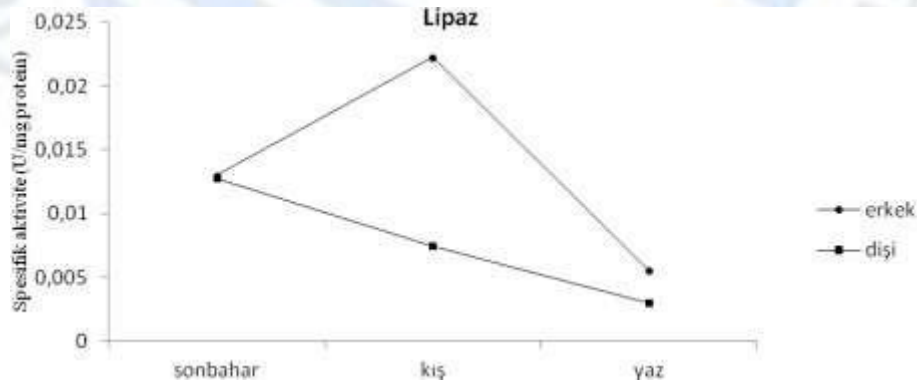
## BULGULAR

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). Tatlisu 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 Eklembacıklı Yetiştiriciliği*. I. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Bilgin, Ş., İzci L, Günlü A., & Bolat Y. (2008). Eğirdir gölü'ndeki tatlisu 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*.

