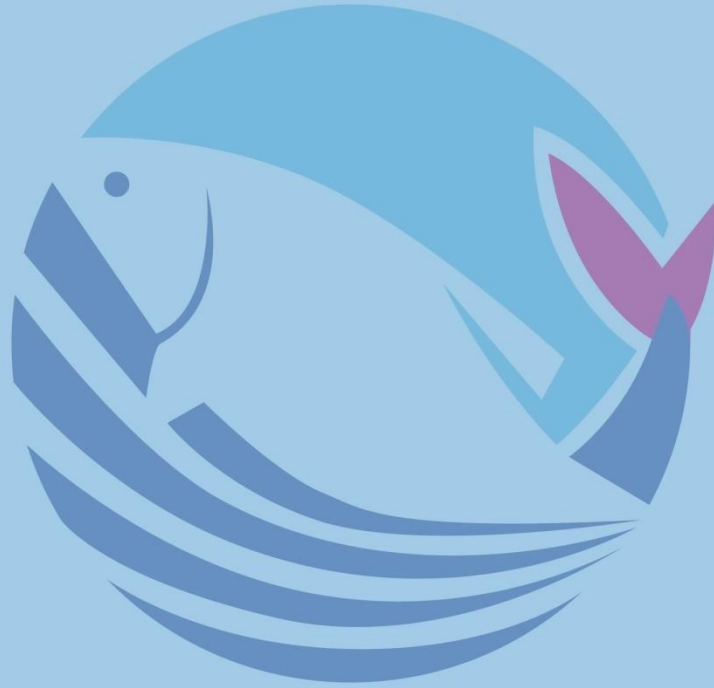


Acta Aquatica Turcica

**Türk Su Bilimleri
Dergisi**



2020

Vol:16

Number: 3 | Cilt:16

Sayı: 3

e-ISSN: 2651-5474

Yayın Tarihi: Eylül - 2020

ACTA AQUATICA TURCICA
TÜRK SU BİLİMLERİ DERGİSİ
(YIL 2020 – CİLT: 16 – SAYI 3)

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

Yayın Tarihi: Eylül - 2020

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Salim Serkan GÜÇLÜ

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

E-ISSN: 2651-5474

Yayın Tarihi: Eylül - 2020

ACTA AQUATICA TURCICA
(YIL 2020 – CİLT: 16– SAYI: 3)

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:

Seasonal Changes of Water Quality of Murat River (Bingöl, Turkey) in Terms of Physico-Chemical and Biological Parameters Mustafa KOYUN, Mehmet ULUPINAR, Nurgül ŞEN ÖZDEMİR, Muammer KIRICI, Fatma CAF.....	305-312
TCSG-132 Gemi Batığı Yapay Resifinin (Gökçeada, Kuzey Ege Denizi) Biyoçeşitliliği Deniz ACARLI, Semih KALE, Sinan KOCABAŞ	313-329
Population Composition, Growth and Fisheries of <i>Nemipterus randalli</i> Russell, 1986 in Antalya Gulf, Mediterranean Sea, Turkey Mehmet Rüştü ÖZEN, Osman ÇETİNKAYA	330-337
Diagnosis of <i>Photobacterium sanguinicancris</i> in Smooth-Hound Shark (<i>Mustelus mustelus</i> , Linnaeus 1758) Remziye Eda YARDIMCI, Emre TURGAY, Süheyla KARATAŞ STEINUM.....	338-343
Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'ndeki Bazı Su Ürünleri Kooperatiflerinin Yapısı ve Av Araçları ile Balıkçı Teknelerinin Teknik Özellikleri Hasan DEMİR, Serap SAMSUN	344-352
Length-Weight Relationship and Condition Factor of Aksu goby, <i>Ponticola turani</i> (Kovačić & Engin, 2008) from Terme Stream (Turkey) Savaş YILMAZ, Muhammet Mustafa SAKALLI	353-359
Histopathological Evaluation of Zebrafish (<i>Danio rerio</i>) Intestinal Tissue After Imidacloprid Exposure Cansu AKBULUT, Nazan Deniz YÖN.....	360-365
The Water Mites (Acari: Hydrachnidia) of Isparta Province, Turkey Furkan DURUCAN, Yunus Ömer BOYACI	366-369
Karadeniz'de 2013-2014 Av Sezonunda Avlanan Hamsinin (<i>Engraulis encrasicolus</i>) Büyümesinin ve Ölüm Oranlarının Farklı Modellerle Belirlenmesi Ebru SOLAK, Sabri BİLGİN.....	370-386
Ordu İli'nde (Türkiye) Akvaryum Sektörünün Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri Saim PALA, Ebru YILMAZ	387-395
On a New Occurrence of the Invasive Grapsid Crab, <i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Percnidae) in Oran Bay (Northwestern Algeria) Kais Boumediene HUSSEIN, Lotfi BENSAPHLA-TALET Ahmed BENSAPHLA-TALET..	396-399
The Effects of Squinting Cucumber (<i>Ecballium elaterium</i> L. 1758) on the Blood Cell Morphology of Common Carp (<i>Cyprinus carpio</i> L. 1758) Emin SEYFİ, Muhammet GAFFAROĞLU.....	400-408
Türkiye Su Ürünleri Üretimi ve Yeterlilik Endekslerinin Tahmini Serhan CANDEMİR, Murat DAĞTEKİN	409-415
Effect of Partial Replacement of Fish Meal with Fermented Soybean Meal on Growth, Feed Efficiency, Body Composition, Amount of Lactic Acid Bacteria in Diet and Intestine in Carp (<i>Cyprinus carpio</i> L. 1758) Nalan Özgür YİĞİT, Mehmet Emrullah ARAFATOĞLU, Sulhattin YASAR	416-422

Tunca Nehri'nde (Edirne, Türkiye) Trichoptera ve Ephemeroptera (Insecta) Faunasının Farklı Yaprak Paketlerinde Koloni Oluşumlarının İncelenmesi Nurcan ÖZKAN	423-432
--	---------

Seasonal Changes of Water Quality of Murat River (Bingöl, Turkey) in Terms of Physico-Chemical and Biological Parameters

Mustafa KOYUN^{1*}, Mehmet ULUPINAR², Nurgül ŞEN ÖZDEMİR³, Muammer KIRICI³, Fatma CAF³

¹Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science and Art, Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik, Turkey

²Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Bingöl University, Bingöl, Turkey

³Department of Veterinary, Vocational School of Technical Sciences, Bingöl University, Bingöl, Turkey

*Corresponding Author: mkoyun@bingol.edu.tr

Research Article

Received 30 September 2019; Accepted 13 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Koyun, M., Ulupınar, M., Şen Özdemir, N., Kırıcı, M., & Caf, F. (2020). Seasonal changes in water quality of Murat River (Bingöl, Turkey) in terms of physico-chemical and biological parameters. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 305-312. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.626918>

Abstract

Murat River is the most important tributary of the Euphrates River, which has the highest water potential in Turkey. The seasonal variation of water quality parameters and water quality status of Murat River were determined according to the "Regulation on Surface Water Quality Management" criteria. 19 different parameters were measured in water samples taken from four different stations during the research. These parameters were temperature, pH, dissolved oxygen, electrical conductivity, total hardness, total alkalinity, Biochemical Oxygen Demand (BOD), total phosphorus, fluoride, chloride, nitrite, nitrate, ammonium, sulfate, sodium, potassium, calcium, magnesium, and chlorophyll-*a* (Chl-*a*). According to "Regulation on Surface Water Quality Management", physical and chemical analysis data showed that Murat River waters had "first-class water quality" in terms of temperature, dissolved oxygen, BOD, total phosphorus, fluoride, chloride, nitrate, ammonium, sulfate, "third-class water quality" for sodium, pH and "fourth class water quality" for nitrite. The electrical conductivity and alkalinity values were within normal limits and as "medium-hard" water. Considering all the results, it has been evaluated that there is no significant pollution problem in the Murat River.

Keywords: Water quality, Chl-*a*, BOD, pH, Murat River

Murat Nehri'nin (Bingöl, Türkiye) Su Kalitesinin, Fizikokimyasal ve Biyolojik Parametreler Açısından Mevsimsel Değişimi

Özet

Murat Nehri, Türkiye'de en yüksek su potansiyeline sahip Fırat Nehri'nin en önemli koludur. Murat Nehri su kalitesi parametrelerinin mevsimsel değişimi ve su kalitesi durumu "yüzey suyu kalite yönetmeliği" kriterlerine göre tespit edilmiştir. Araştırma sürecinde dört farklı istasyondan alınan su örneklerinde sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik, toplam sertlik, toplam alkalinite, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), toplam fosfat, florür, klorür, nitrit, nitrat, amonyum, sülfat, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve klorofil-*a* (Chl-*a*) ölçülmüştür. Yüzey suyu kalite yönetmeliğine göre, Murat Nehri sıcaklık, çözülmüş oksijen, BOİ, toplam fosfat, florür, klorür, nitrat, amonyum, sülfat açısından "birinci sınıf", sodyum, pH için "üçüncü sınıf", ve nitrit için "dördüncü sınıf" su kalitesine sahipti. Elektriksel iletkenlik ve alkalilik değerleri normal sınırlarda ve "orta sert" su olarak kabul edildi. Tüm sonuçlar dikkate alındığında, Murat Nehrinde önemli bir kirlilik sorunu olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Su kalitesi, Chl-*a*, BOİ, pH, Murat Nehri

INTRODUCTION

Murat River is one of the largest rivers and tributary of the Euphrates River in South East Anatolia of Turkey. The river originates from Mount Muratbaşı and is located near Mount Ararat, north of Lake Van, in Eastern Turkey, and flows westward, from Muş to Bingöl, for 722 km through the mountainous area. The length of the river in the province of Bingöl is 96 km that is one of the most important water resources of this city (38.8 N, 41.05 E) (Koyun, 2011; Kirici et al., 2016).

Murat River has a vast catchment area, which supports diverse agricultural activities and also carries high amounts of nutrient matters (especially phosphate). The flow rate of the Murat River can

be as high as 2000 m³ in spring. On the other hand, it carries a mere 30-40 m³ during the dry season (Akbay *et al.*, 1999). Due to these reasons, changes in the flow rate of the Murat River is regarded as a negative effect to fish fauna. Therefore, this study aimed at the assessment of seasonal changes of Murat River water quality using physicochemical and biological parameters to determine the present status of pollution and compared with “Regulation on surface water quality management” acceptable limit.

MATERIALS and METHODS

Water samples were taken from Soğukpınar (38° 45' 818"N - 40° 36' 690"E), Göynük (38°53'390" N - 40°57'667"E), Çamlık (38°46'471" N-40°36'500"E), and Murat Village (38°45'432"N - 40°31'864"E) stations on Murat River (Figure 1). Figure 1 indicates station numbers; 1-Soğukpınar 2- Göynük 3- Çamlık 4- Murat Village.

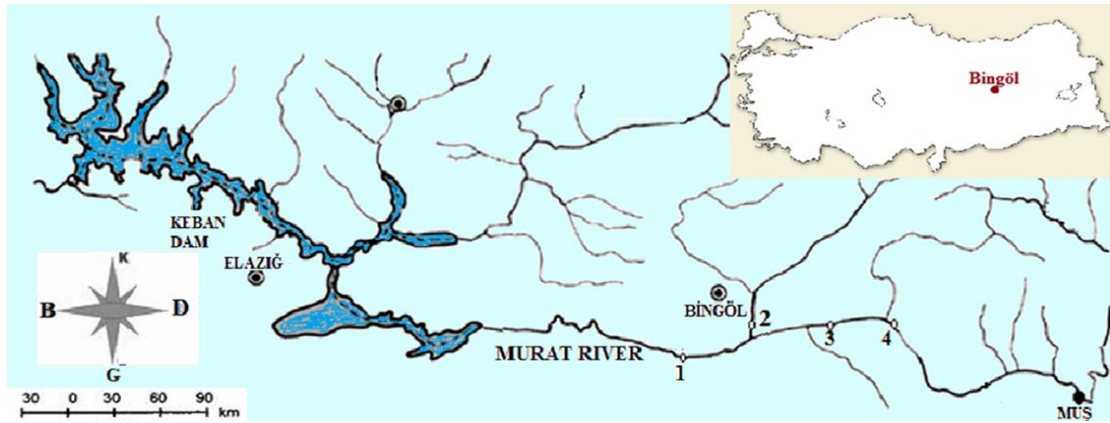


Figure 1. Research Area 1) Soğukpınar 2) Göynük 3) Çamlık 4) Murat Village

Water samples were taken seasonally, generally in monthly periods during the sampling period (December 2010-November 2011). Water temperature, pH, dissolved oxygen (DO), electrical conductivity was measured immediately. Sampling, preservation, and transportation of the water samples were made by the Fisheries Research Center Analysis Laboratory (FRCAL, Elazığ). It was used as per standard methods (APHA, 1998).

The water samples were taken to FRCAL within the shortest time to analyze, since the water samples which were not capable of analyzing at the riverside. Total phosphorus, chlorophyll-a (Chl-*a*) and ammonium (NH₃) determination were performed with UV-VIS spectrophotometer (Thermo Electron Cooperation) and total phosphorus (P), fluoride (F⁻), chloride (Cl⁻), nitrite (NO₂⁻), nitrate (NO₃⁻), sulfate (SO₄⁻²), sodium (Na⁺), potassium (K⁺), magnesium (Mg⁺) and calcium (Ca⁺) analyzes are carried out with Ion Chromatograph device (Dionex ICS-1000). Titrimetric methods were used for total hardness and total alkalinity (APHA, 1998). Chl-*a* analysis was done according to Parsons *et al.* (1984). For the analysis, two liters of water were filtered through GF/F filters. Filters were stored at - 20 °C till the pigment determination. The pigments on the filter were extracted using a 90% acetone solution and absorbance of Chl-*a* measured with a spectrophotometer. Biochemical oxygen demand (BOD) analyses were analyzed by BOD-System Oxdirect Aqualytic. According to the stations, water quality parameter values were performed using by SPSS 17 statistical program and Murat Rivers water quality levels which are based on obtained physico-chemical and biological parameters assessed according to the classification of surface waters quality management that is cited in “Regulation on surface water quality management”.

The differences among the mean values obtained for each season and the station in relation to the water quality variables of the Murat River evaluated by univariate analysis at level significance of 0.01. The data corresponding to these variables were analyzed with an ANOVA mixed model by using a factorial nested design (Montgomery, 2012). Analyzing the effect of one variable at a time with the ANOVA technique can provide useful information, and in some cases, the univariate approach is the best and easiest tool.

RESULTS and DISCUSSION

Surface water temperature can be affected by latitude, altitude, and season, within a day, air circulation, weather condition, flow, and depth of water mass. Therefore, the temperature is the most important parameter that affects physico, chemical, and biological processes of the water (Michaud, 1991; Chapman, 1996). We researched changes in water temperature during a year in different stations. We observed that water temperatures varied seasonally at all the stations and statistically was the significant seasonal difference ($p < 0.01$) (Table 1). The average lowest water temperature was recorded in winter at Murat Village (4.30 °C), while the highest was 21.80 °C at Soğukpınar and Çamlık in summer (Table 1). The assessed temperature averages indicated that Murat River's water temperature has first-class water quality according to "Regulation on surface water quality management".

In Murat River, pH showed an alteration between 8.20 in summer (Murat Village) and 9.73 in spring (Çamlık) on average of the station. According to "Regulation on surface water quality management", the evaluation of the average pH at four different stations showed that Murat River has third-class water quality. We determined that pH of Murat River varied depending on the station and the changes were statistically important except for winter and summer ($p < 0.01$) (Table 1). In our results, pH was not lower than 8 in any station and season on the river during the sampling period and the water quality for pH was third class. Water quality was first class for pH in the other research.

DO is a barometer of the ecological health in the rivers. If DO content is less than 3 mg/L fishes cannot survive. Therefore, it is the most important parameter for protecting fish (Novotny, 2002; Chang, 2005). In the study, DO has varied between 7.80 mg/L in summer (Soğukpınar) and 12.0 mg/L in winter (Murat Village) in the Murat River, when we consider at the stations average. In the other study at Porsuk River, DO value showed a variation between 8.74 ppm and 11.04 ppm and the water was reported as a first-class quality (Altın *et al.*, 2009). We determined that DO of Murat River varied depending on the station and the changes were statistically important except for winter and spring. ($p < 0.01$) (Table 1). According to the "Regulation on surface water quality management", amount of DO in the Murat River for all seasons in all stations it might be said that has first-class water quality.

Electrical conductivity (EC) Conductivity in a stream can vary as a function of flow. As flow decreases, the concentration of total dissolved solids can increase, thereby increasing the conductivity. The lowest EC values were measured in spring, due to high water flow (Varol *et al.*, 2010). Average electrical conductivity (EC) values were seen in the Murat River varied between 289 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and 464 $\mu\text{S}/\text{cm}$ during the sampling period. The lowest average at Göynük (289 $\mu\text{S}/\text{cm}$) in spring and the highest average at Murat Village (464 $\mu\text{S}/\text{cm}$) in autumn have been identified. Seasonally, it seems to be low in spring (330 $\mu\text{S}/\text{cm}$) and high in autumn (379 $\mu\text{S}/\text{cm}$) on average of all the stations (Table 1). EC values had also statistically significant differences as seasonal and stations ($p < 0.01$). EC values in all the seasons and all the stations are compatible with the drinking water value proposed by TS 266 (TSE, 1997).

The average total hardness of river water ranged from 75 mg/L in winter (Soğukpınar) and 170 mg/L in autumn (Soğukpınar). When we evaluate the seasonally highest average (157 mg/L) in autumn and the lowest (105 mg/L) was found in spring. Total hardness values were lower during rainy season and higher during summer seasons (Ustaoglu *et al.*, 2017). In our study shows similar results. Total hardness was the lowest in spring (rainy season). According to EPA, Murat River water can call slightly hard. Comparative seasonal variation is shown in Table 1. Total hardness was not statistically important among season and stations ($p < 0.01$).

Total alkalinity ranged from 7.93 mg/L in spring (Soğukpınar) to 11.68 mg/L in autumn (Göynük). The average seasonal low alkalinity 9.08 mg/L in spring while the mean highest alkalinity 11.2 mg/L was recorded in summer (Table 1). The winter and autumn seasons were statistically similar ($p < 0.01$). Changes of alkalinity were not statistically important among season and stations ($p < 0.01$). The seasonal averages of all the stations were the lowest in spring with 0.76 mg/L and the highest in winter with 2.12 mg/L in Murat River. The statistical difference between the seasons was especially important in these two seasons ($p < 0.01$) (Table 1).

BOD average for all the stations varied 0.53-2.76 (Çamlık-Spring; Soğukpınar-Winter). We showed that BOD values for all the seasons are the first-class quality of river water by "Regulation on surface water quality management". Additionally, Murat River has un-pollutant and natural waters according to WHO and NESREA. There was no organic pollution load at a level that could cause

pollution because there are no important industrial activities to be a pollutant in the region, especially the research area.

The average of total phosphorus in Murat River water 0.09 mg/L in winter (Murat Village) and 0.26 mg/L in spring (Murat Village) has been changed (Table 1). The orthophosphates that are used as fertilizer in agricultural terrains are washed away to the surface water by the rain and this process is regarded as the main reason for the high amount of total phosphorus in spring (Wetzel, 1983; Beaton *et al.*, 1995). Also, it is expected that the basic cause of the minimum level of total phosphorus in river-wide is the lack of industrial plants and the large residential areas. According to “Regulation on surface water quality management”, the water quality is first class. Changes of total phosphorus were not statistically important among season and stations ($p < 0.01$).

Fluoride quantity at all the stations of Murat River showed an alteration between 0.08 mg/L in spring (Murat Village) and 0.34 mg/L in autumn (Göynük). Seasonal averages of all the stations measured as 0.18 mg/L (winter), 0.14 mg/L (spring), 0.23 mg/L (summer) and 0.18 mg/L (autumn) (Table 1). According to “Regulation on surface water quality management” in terms of fluoride quantity, the river water has first-class water quality.

Chloride quantity showed an alteration between 7.02 mg/L in summer (Göynük) and 44.32 mg/L in autumn (Soğukpınar) during the research (Table 1). According to “Regulation on surface water quality management”, the river water in terms of chloride, has first-class water quality. Changes of fluoride and chloride were not statistically important among season and stations ($p < 0.01$).

The lowest nitrite level was seasonally 0.04 mg/L in spring and highest level of 0.16 mg/L in summer for average all the stations. The highest average between stations was 0.2 mg/L in Murat Village (summer) (Table 1). According to this result, water quality in terms of nitrite we may say that Murat River has generally third and fourth-class water quality according to “Regulation on surface water quality management”.

The lowest nitrate was 1.52 mg/L in autumn (Çamlık), and the highest nitrate was 3.21 mg/L in winter (Soğukpınar). Nitrate was seasonally reached the highest value in spring (2.83 mg/L) (Table 1). According to these results, in terms of nitrate in river water by “Regulation on surface water quality management”, first quality can be said. Changes of nitrite and nitrate were not statistically important among seasons and stations ($p < 0.01$).

The Ammonium level is changed with a minimum 0.02 mg/L (winter-Murat Village) and a maximum 1.18 mg/L (autumn-Göynük). Seasonal averages for the stations were identified as 0.15 mg/L (winter), 0.13 mg/L (spring), 0.17 mg/L (summer) and 0.35 mg/L (autumn). According to EC Directive, ammonium value in water for salmonid and cyprinid species need to be 1 mg/L or less than this value (OJEU, 2006). Average value at all stations and during the seasons, 1 mg/L or less than was determined, and according to “Regulation on surface water quality management” the river has shown that first-class water quality. Changes of ammonium were not statistically important among seasons and stations ($p < 0.01$).

The average sulfate values at the stations of Murat River were between 11.84 mg/L in spring (Göynük) and 19.56 mg/L in winter (Göynük). The average sulphate values varied seasonally between 14.95 mg/L (summer) 18.06 mg/L (winter). According to “Regulation on surface water quality management”, sulphate was the first water quality in Murat River. It was important statistically among stations and seasons ($p < 0.01$) (Table 1).

Potassium quantities measured between 2.6 mg/L in spring (Göynük) and 4.81 mg/L in autumn (Göynük). Potassium was seasonally the lowest with 2.89 mg/L in spring and the highest with 4.07 mg/L in autumn (Table 1).

Sodium and potassium levels of Murat River are optimum for both of potable water and aquatic biota in all the stations and all the seasons. Changes of sodium and potassium were not statistically important among seasons and the stations ($p < 0.01$).

Calcium concentration was between 21 mg/L (Göynük-spring) and 50.8 mg/L (Soğukpınar-autumn). Calcium measured seasonally 25.7 mg/L (winter), 30.0 mg/L (spring), 38.6 mg/L (summer) and 41.7 mg/L (autumn). According to results, calcium level of the river water is optimum in all the seasons for all aquatic biota.

Magnesium concentration varied between 4.9 mg/L in spring (Göynük) and 14.27 mg/L in autumn (Murat Village). While Göynük and Soğukpınar stations were similar in winter, spring and summer, Göynük and Çamlık stations were similar in autumn ($p < 0.01$) (Table 1). According to the results, it

would be said that the rate of magnesium in river water is optimum level in all seasons for all aquatic biota. Changes of calcium and magnesium were not statistically important among the seasons and the stations ($p < 0.01$).

Chl-*a* value changed from 0.4 $\mu\text{g/L}$ (spring- Göynük) to 3.80 mg/L (summer-Çamlık). Chl-*a* was the lowest in winter (1.4 $\mu\text{g/L}$) and the highest in summer (1.8 $\mu\text{g/L}$) on average of all the seasons. Chl-*a* showed constantly an increase from winter to summer. Additionally, Chl-*a* had a significant statistical difference in all the seasons and stations ($p < 0.01$) (Table 1). Phytoplankton abundance was significantly and positively correlated with Chl-*a* and temperature (Baykal *et al.*, 2011). Therefore, in this study, higher Chl-*a* is an expected result due to the high abundance of phytoplankton and high temperature in hot seasons (summer). In aquatic ecosystems, physico, chemical, and biological factors cause variability in the amount of Chl-*a* overtime. The reason for the variability in the same parameters in different stations may be spatial variability and anthropogenic impact (El-Shabrawy *et al.*, 2015).

CONCLUSIONS

In this study, some physico-chemical parameters were evaluated which are used to detect the water quality of Murat River at four different stations. Murat River water quality was classified by "Regulation on surface water quality management". It is regarded as high-quality water in terms of temperature, DO, BOD, total phosphorus, fluoride, chloride, nitrite, nitrate, ammonium, sulphate, and sodium. However, Murat River had "third-class water quality" for sodium, pH, and "fourth class water quality" for nitrite. The EC and alkalinity values were within normal limits and as "medium hard" water. Considering all the results, it has been evaluated that Murat River is not an important pollution problem. But it could be categorized as slightly-pollution water and pollution water in terms of pH and nitrate, respectively. This can cause problems for drinking water and aquatic life. Although Bingol has not a significant industrial waste, the main source of the pollution can be sewage and domestic wastes. For this reason, we have considered that the reasons of pH and nitrate pollution should be researched in more detail in the next research in the same area.

Table 1. Physico-chemical and biological parameters of Murat River for the stations and the seasons

Water Quality Parameters	Season and Stations									
	Winter					Spring				
	1	2	3	4	Average	1	2	3	4	Average
Water Temperature (C°)	4.60 ± 0.23 ^d	4.40 ± 0.4 ^b	4.50 ± 0.9 ^c	4.30 ± 0.73 ^a	4.45 ± 0.34 ^A	9.73 ± 1.15 ^c	9.97 ± 1.04 ^d	9.5 ± 2.11 ^b	9.37 ± 1.64 ^a	9.6 ± 1.53 ^B
pH	8.50 ± 0.68 ^a	8.50 ± 0.75 ^a	8.66 ± 1.21 ^b	8.56 ± 1.83 ^{ab}	8.55 ± 1.02 ^A	9.5 ± 1.94 ^b	9.44 ± 1.63 ^{ab}	9.73 ± 1.42 ^c	9.35 ± 2.14 ^a	9.50 ± 1.72 ^C
DO (µg/L/L)	11.5 ± 1.01 ^{ab}	11.3 ± 3.93 ^a	11.7 ± 2.83 ^b	12.0 ± 3.18 ^{bc}	11.6 ± 2.64 ^C	11.3 ± 2.73 ^b	11.0 ± 1.97 ^a	11.0 ± 2.17 ^a	11.5 ± 2.73 ^{bc}	11.2 ± 2.11 ^C
Electrical Conductivity (µS/cm)	377 ± 33.93 ^b	379 ± 30.32 ^{bc}	396 ± 25.02 ^c	352 ± 28.09 ^a	368.2 ± 26 ^A	303 ± 30.62 ^{ab}	289 ± 25.82 ^a	353.6 ± 31 ^{ab}	376 ± 30.82 ^b	330 ± 24.8 ^B
Total Hardness (mg/L)	75 ± 4.5 ^a	110 ± 7.98 ^b	119 ± 6.93 ^b	116 ± 4.92 ^b	105 ± 5.83 ^A	129 ± 14.63 ^a	124 ± 10.71 ^a	152 ± 10.29 ^b	159 ± 10.73 ^b	141 ± 8.53 ^B
Alkalinity (mg/L)	12.3 ± 0.45 ^a	9.6 ± 2.54 ^b	9.6 ± 1.94 ^b	8.8 ± 1.14 ^b	10.07 ± 1.7 ^{AB}	7.93 ± 1.01	9.12 ± 2.41	10.15 ± 2.54	9.12 ± 2.82	9.08 ± 2.58 ^A
BOD (mg/L)	2.76 ± 0.21 ^a	1.92 ± 0.09 ^{ab}	1.68 ± 0.74 ^b	2.14 ± 0.92 ^a	2.12 ± 0.36 ^C	1 ± 0.01	0.67 ± 0.14	0.53 ± 0.26	0.85 ± 0.35	0.76 ± 0.16 ^A
Total P (mg/L)	0.16 ± 0.03	0.16 ± 0.05	0.14 ± 0.09	0.09 ± 0.009	0.13 ± 0.03	0.12 ± 0.06 ^a	0.16 ± 0.09 ^a	0.12 ± 0.02 ^a	0.26 ± 0.07 ^b	0.16 ± 0.04
F⁻ (mg/L)	0.14 ± 0.01	0.2 ± 0.04	0.19 ± 0.02	0.19 ± 0.01	0.18 ± 0.02 ^{AB}	0.19 ± 0.03 ^a	0.22 ± 0.02 ^a	0.1 ± 0.01 ^{ab}	0.085 ± 0.02 ^b	0.14 ± 0.02 ^A
Cl⁻ (mg/L)	25.2 ± 3.86 ^b	18.1 ± 1.73 ^a	36.2 ± 5.39 ^c	39.4 ± 3.92 ^c	29.7 ± 3.74 ^{BC}	19.01 ± 3.76 ^b	3.36 ± 0.50 ^a	28.17 ± 2.61 ^c	33.3 ± 3.10 ^c	20.96 ± 2.5 ^A
NO₂⁻ (mg/L)	0.12 ± 0.02	0.13 ± 0.03	0.14 ± 0.04	0.17 ± 0.04	0.14 ± 0.04 ^B	0.04 ± 0.002	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.01	0.06 ± 0.008	0.04 ± 0.01 ^A
NO₃⁻ (mg/L)	3.21 ± 0.97 ^a	3.41 ± 0.08 ^a	2.24 ± 1.01 ^b	2.14 ± 0.07 ^b	2.75 ± 0.73	2.88 ± 0.59	2.73 ± 1.25	2.82 ± 0.07	2.89 ± 0.23	2.83 ± 0.46
SO₄⁻² (mg/L)	16.64 ± 2.11	19.56 ± 5.82	17.6 ± 2.88	18.37 ± 1.63	18.06 ± 3.52	14.54 ± 4.9 ^{ab}	11.84 ± 2.74 ^a	16.49 ± 1.6 ^{ab}	18.13 ± 1.81 ^b	15.25 ± 2.6
Na⁺ (mg/L)	24.3 ± 4.84 ^{ab}	21.5 ± 6.27 ^a	27.8 ± 3.92 ^{bc}	32.9 ± 4.24 ^c	26.6 ± 5.52 ^B	19.5 ± 2.53 ^b	10.3 ± 1.05 ^a	25.2 ± 2.72 ^{bc}	28.3 ± 2.02 ^c	20.8 ± 2.23 ^A
NH₄ (mg/L)	0.18 ± 0.01 ^a	0.35 ± 0.03 ^a	0.03 ± 0.01 ^b	0.02 ± 0.003 ^b	0.15 ± 0.01 ^A	0.04 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.02 ^b	0.05 ± 0.005 ^a	0.27 ± 0.05 ^b	0.13 ± 0.02 ^A
K⁺ (mg/L)	3.57 ± 0.91	3.71 ± 1.81	3.55 ± 0.07	3.98 ± 0.05	3.70 ± 0.08 ^{BC}	2.79 ± 0.91	2.6 ± 0.09	2.9 ± 0.25	3.21 ± 1.04	2.89 ± 0.04 ^A
Mg⁺ (mg/L)	8.1 ± 1.51 ^a	8.1 ± 2.96 ^a	8.4 ± 2.51 ^{ab}	12.0 ± 1.25 ^b	9.2 ± 1.93 ^{AB}	8.2 ± 1.53 ^b	4.9 ± 1.52 ^a	10.4 ± 3.28 ^b	11.4 ± 2.92 ^b	8.7 ± 2.02 ^A
Ca⁺ (mg/L)	25.9 ± 5.12 ^{ab}	22.1 ± 3.71 ^a	25.5 ± 3.07 ^{ab}	29.2 ± 2.18 ^a	25.7 ± 4.02 ^A	35.7 ± 7.18 ^a	21.0 ± 3.92 ^b	30.5 ± 4.83 ^a	35.7 ± 3.82 ^a	30.0 ± 3.8 ^{AB}
Chl-<i>a</i> (µg/L/L)	1.3 ± 0.01	1.0 ± 0.01	1.7 ± 0.19	1.5 ± 0.15	1.4 ± 0.07	2.0 ± 0.22 ^a	0.4 ± 0.04 ^b	1.7 ± 0.01 ^a	2.0 ± 0.42 ^a	1.6 ± 0.12

	Summer					Autumn				
	1	2	3	4	Average	1	2	3	4	Average
Water Temperature (C°)	21.8±3.54 ^c	21.65±2.64 ^a	21.80±1.96 ^c	21.70±1.78 ^b	21.73± 2.1 ^D	11.70±1.47 ^a	11.80±2.24 ^b	11.70±1.67 ^a	15.30±2.63 ^c	12.62±2.03 ^C
pH	8.36± 1.52 ^{bc}	8.29 ± 1.03 ^b	8.39 ± 1.64 ^c	8.20 ± 1.42 ^a	8.31± 1.43 ^A	9.30 ± 1.11 ^c	8.88 ± 2.84 ^b	8.82 ± 1.07 ^b	8.62 ± 1.08 ^a	8.90 ± 1.96 ^B
DO (mg/L)	7.8 ± 0.74 ^a	8.7 ± 1.01 ^b	8.8 ± 0.59 ^b	8.9 ± 0.97 ^b	8.6 ± 0.99 ^A	9.7 ± 1.13 ^{bc}	9.2 ± 1.03 ^b	9.9 ± 1.98 ^c	8.8 ± 2.01 ^a	9.4 ± 1.35 ^B
Electrical Conductivity (ppm)	357.5±21.7 ^{ab}	321 ± 20.7 ^a	365 ± 24.9 ^b	370.5±22.9 ^b	353.5± 23 ^{AB}	351±25.64 ^a	342± 34.27 ^a	362± 30.83 ^a	464± 33.33 ^b	379.75±31.3 ^A
Total Hardness (mg/L)	147± 11.45 ^{ab}	149±10.28 ^{ab}	140 ±10.11 ^a	145±11.18 ^{ab}	145±10.29 ^B	170 ±12.36 ^b	152 ±10.35 ^a	152 ± 7.54 ^a	156±11.27 ^{ab}	157 ±11.74 ^B
Alkalinity (mg/L)	10.46 ± 7.29	12 ± 9.29	11.48 ±2.72	10.97 ±2.11	11.2 ±1.38 ^B	9.63 ± 2.45	11.68 ±3.34	10.66 ±1.58	10.66 ±2.35	10.6 ± 2.46 ^{AB}
BOD (mg/L)	1.15 ± 0.02	1 ± 0.01	1.4 ± 0.02	1.7 ± 0.01	1.31 ±0.01 ^B	1 ± 0.07	0.93 ± 0.27	1 ± 0.11	1.05 ± 0.18	0.99 ± 0.19 ^{AB}
Total P (mg/L)	0.06 ± 0.01 ^a	0.14 ± 0.02 ^b	0.11 ± 0.05 ^a	0.05±0.001 ^b	0.09 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.1 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.14 ± 0.03	0.10 ± 0.02
F⁻ (mg/L)	0.3 ± 0.03	0.32 ± 0.02	0.12 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.23 ±0.02 ^B	0.21 ± 0.04 ^a	0.34 ± 0.03 ^a	0.06 ± 0.01 ^b	0.14 ± 0.03 ^a	0.18± 0.01 ^{AB}
Cl⁻ (mg/L)	23 ± 4.29 ^b	7.02 ± 0.91 ^a	30.3± 3.84 ^c	31.49±3.26 ^c	22.96±2.8 ^{AB}	44.32±4.73 ^b	10.14±2.46 ^a	43.23±7.36 ^b	41.68±4.83 ^b	34.84±4.07 ^{BC}
NO₂⁻ (mg/L)	0.17 ± 0.03	0.19 ± 0.01	0.1 ± 0.01	0.2 ± 0.02	0.16 ±0.01 ^B	0.1 ± 0.05	0.07 ± 0.01	0.04 ±0.001	0.06 ± 0.01	0.06 ±0.008 ^A
NO₃⁻ (mg/L)	1.85 ± 0.23	2.03 ± 0.37	1.85 ± 0.83	1.99 ± 0.92	1.93 ± 0.87	1.62 ± 0.39 ^a	4.42 ± 0.44 ^b	1.52 ± 0.75 ^a	1.56 ± 0.25 ^a	2.28 ± 0.57
SO₄⁻² (mg/L)	14.14± 1.82	13.85± 2.12	15.77± 2.90	16.06± 1.23	14.95± 2.76	16.01± 1.82	19.86± 3.49	14.77± 2.59	17.19 ±1.75	16.95 ± 2.25
Na⁺ (mg/L)	20.9 ± 2.18 ^b	16.0 ± 1.83 ^a	24.8 ± 2.92 ^c	25.0 ± 3.11 ^c	21.71 ±2.1 ^A	35.3 ± 3.97 ^b	23.4 ± 2.34 ^a	34.7 ± 3.65 ^b	37.8± 3.04 ^{bc}	32.82± 3.16 ^C
NH₄ (mg/L)	0.17 ± 0.01 ^a	0.28 ± 0.02 ^a	0.05± 0.01 ^b	0.09± 0.01 ^{ab}	0.14± 0.01 ^A	0.09 ± 0.03	1.18 ± 0.73	0.05 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.35 ± 0.05 ^B
K⁺ (mg/L)	2.98 ± 0.12	3.74 ± 0.52	3 ± 0.63	3.05 ± 0.27	3.19±0.34 ^{AB}	3.83 ± 0.33	4.81 ± 1.24	3.67 ± 0.36	3.99 ± 0.39	4.07 ± 0.75 ^C
Mg⁺ (mg/L)	10.8 ± 1.04 ^b	8.57 ± 0.93 ^a	11.86±1.2 ^{bc}	11.9± 1.11 ^{bc}	10.78± 0.9 ^B	13.53±2.34 ^b	9.9 ± 2.48 ^a	13.37±1.35 ^b	14.27±3.83 ^b	12.76± 2.57 ^C
Ca⁺ (mg/L)	37.6 ± 5.82	43.1 ± 6.01	36.8 ± 4.16	36.9 ± 3.87	38.6±4.09 ^{BC}	39.5 ± 6.73 ^a	50.8 ± 7.08 ^b	37.3 ± 3.95 ^a	39.2 ± 4.17 ^a	41.7 ± 5.64 ^C
Chl-<i>a</i> (µg/L/L)	0.7 ± 0.01 ^a	0.6 ± 0.02 ^a	3.8 ± 0.09 ^b	2.1 ± 0.08 ^b	1.8 ± 0.05	0.7 ± 0.07 ^a	1.0 ± 0.01 ^a	1.1 ± 0.13 ^a	4 ± 0.88 ^a	1.7 ± 0.05

Means followed by different letters and letter groups in the same row are significantly different according to stations (^{a,....d}) and seasons (^{A,....B}) (p<0.01), values are means±SD 1, 2, 3, 4: Numbers of the stations (Given in Figure 1)

Acknowledgments: This study financed by the Bingöl University Scientific Research Foundation (BÜBAP/2010/18). The authors wish to acknowledge the support for this project.

REFERENCES

- Akbay, N., Anul, N., Yerli, S., Soyupak, S., & Yurteri, C. (1999). Seasonal distribution large phytoplankton in the Keban Dam Reservoir. *Journal of Plankton Research*, 4, 771-787.
- Altın, A., Filiz, Z., & Iscen, C. F. (2009). Assessment of seasonal variations of surface water quality characteristics for Porsuk Stream. *Environmental Monitoring and Assessment*, 158, 51-65.
- APHA (American Public Health Association) (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 16th Edition. Washington, DC.
- Baykal, T., Acikgoz, I., Udoh, A.U., & Yildiz, K. (2011). Seasonal variations in phytoplankton composition and biomass in a small lowland river-lake system (Melen River, Turkey). *Turkish Journal of Biology*, 35, 485-501.
- Beaton, J.D, Roberts, T.L, Halstead, E.H., & Cowell, L.E. (1995). *Global transfers of P in Fertilizer Materials and Agricultural Commodities. Phosphorus in The Global Environment: Transfers, Cycles and Management*. John Wiley, New York, USA, p. 7-26.
- Chang, H. (2005). Spatial and temporal variations of water quality in the river and its tributaries, Seoul, Korea, 1993–2002. *Water, Air, and Soil Pollution*, 161, 267–284.
- Chapman, D. (1996). *Water Quality Assessments. A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring, second edition*. Chapman and Hall, London, p. 38–46.
- El-Shabrawy, G.M. Anufrieva, E.V., Germoush, M.O., Oher, M.E., & Shadrin, N.V. (2015). Does salinity change determine zooplankton variability in the saline Qarun Lake (Egypt)? *China Journal of Oceanology and Limnology*, 33(6), 1368-1377.
- Kirici, M., Kirici, M., Demir, Y., Beydemir, S., & Atamanalp, M. (2016). The effects of Al³⁺ and Hg²⁺ on glucose 6-phosphate dehydrogenase from *Capoeta umbla* kidney. *Applied Ecology and Environmental Research*, 14, 253-264.
- Koyun, M. (2011). Occurrence of Monogeneans on some cyprinid fishes from Murat River in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10 (79), 18285-18293.
- Michaud, J.P. (1991). *A citizen's guide to understanding and monitoring lakes and streams*. Publ. 94-149. Washington State Dept. of Ecology, Publications Office, Olympia, WA, USA 360, 407-7472.
- Montgomery, D.C. (2012). *Design and Analysis of Experiments*. 8ed. Wiley, New York, NY, USA.
- Parsons, T. R., Maita, Y., & Lalli, C.M. (1984). *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Pergamon Press, Oxford, p.173.
- Novotny V. (2002). *Water Quality: Diffusion Pollution and Watershed Management*. Hoboken, NJ, Wiley.
- Ustaoglu, F., Tepe, Y., Aydin, H., & Akbas, A. (2017). Investigation of water quality and pollution level of Lower Melet River, Ordu, Turkey. *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 32(1), 69-79.
- Wetzel, R.G. (1983). *Periphyton of freshwater ecosystems. Proceeding of the First International Workshop on Periphyton of Freshwater Ecosystems. Developments in Hydrobiology*. Junk Publishers, The Hague, p.
- Varol, M., Gökot, B., & Bekleyen, A. (2010). Assessment of water pollution in the Tigris River in Diyarbakir, Turkey. *Water Practice and Technology*, 5(1), 1-13.

TCSG-132 Gemi Batığı Yapay Resifinin (Gökçeada, Kuzey Ege Denizi) BiyoçeşitliliğiDeniz ACARLI¹, Semih KALE^{2*}, Sinan KOCABAŞ³¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, Türkiye* Sorumlu yazar: semihkale@comu.edu.tr**Araştırma Makalesi**

Geliş 19 Ocak 2020; Kabul 13 Ağustos 2020; Basım 01 Eylül 2020.

Alıntılama: Acarlı, D., Kale, S., & Kocabaş, S. (2020). TCSG-132 Gemi batığı yapay resifinin (Gökçeada, Kuzey Ege Denizi) biyoçeşitliliği. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 313-329 <https://doi.org/10.22392/actaquatr.677175>**Özet**

Bu çalışmada, Gökçeada kıyılarında 22,4 – 24,8 m derinlikleri arasında bulunan TCSG-132 isimli gemi batığı üzerindeki ve çevresindeki denizel biyolojik çeşitliliğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Ekim 2018 – Eylül 2019 tarihleri arasında sualtında türleri tanıyabilme yeteneğine sahip dalgıçlar düzenli olarak SCUBA takımları ile dalışlar gerçekleştirmiştir. Dalışlar süresince verilerin elde edilmesinde görsel sayım teknikleri (transekt, nokta sayım, kuadrat), fotoğraf çekimleri ve video kayıtları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 19 familyaya ait 28 türden 12708 birey kaydedilmiştir. Bunların içinde 15 türün ekonomik öneme sahip olduğu belirlenmiştir. En çok gözlenen türlerin balıklardan kupes (*Boops boops*, %44,55), papaz (*Chromis chromis*, %26,44) ve izmarit (*Spicara maena*, %15,50) olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, TCSG-132 gemi batığının denizel türler için önemli bir yapay resif olarak hizmet ettiği ve canlılara yaşama, sığınma, yumurtlama, beslenme ve koruma imkanları sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Gemi batığı, yapay resif, görsel sayım, biyolojik çeşitlilik, Ege Denizi**Biodiversity of TCSG-132 Shipwreck Artificial Reef (Gökçeada, North Aegean Sea)****Abstract**

In this study, it was aimed to determine the species composition and marine biodiversity on and around the TCSG-132 shipwreck, which was located between 22.4 and 24.8 m depths in the coasts of Gökçeada Island. In this context, aquanauts regularly conducted SCUBA-equipped dives between October 2018 and September 2019. Visual counting techniques (transect and point-count (quadrat)), photo shoots and video recordings were used to obtain the data during the dives. As a result of the study, 12708 individuals from 28 different species belonging to 19 families were recorded. Among these, 15 species were determined to have economic importance. The most commonly observed species were bogue (*Boops boops*, 44.55%), damselfish (*Chromis chromis*, 26.44%) and blotched picarel (*Spicara maena*, 15.50%). In conclusion, TCSG-132 shipwreck has been found to serve as an important artificial reef for marine species and to provide living, sheltering, spawning, feeding and conservation opportunities for marine species.

Keywords: Shipwreck, artificial reef, visual census, biological diversity, Aegean Sea**GİRİŞ**

Denizel biyoçeşitlilik, farklı yapısal ve işlevsel özelliklere sahip çeşitlilikte genlerden, türlerden, popülasyonlardan ekosistemlere kadar her türlü biyolojik topluluğu kapsayan birbirine bağlı ekosistem bileşenlerinin veya özelliklerinin bir araya getirilmesidir (Cochrane vd., 2016). Ayrıca, denizel biyolojik çeşitlilik veya bileşenlerinden herhangi biri, çeşitli zamansal veya mekansal ölçeklerde değerlendirilebilir. Denizel türlerin çeşitliliğindeki değişimler, denizel biyoçeşitlilik ve ekosistemin bozulmasına neden olabilmekte ve ticari balıkçılık faaliyetlerini de etkilemektedir (Roessig vd., 2004; Worm vd., 2006; Cheung vd., 2008). Tür çeşitliliğinin alansal ve/veya zamansal olarak değişkenlik göstermesi biyoçeşitlilik, topluluk yapısı ve ekosistem fonksiyonları üzerinde önemli etkilere sahiptir (Sala vd., 2000; Stachowicz vd., 2002; Hooper vd., 2005). Fricke vd. (2020) dünya genelinde doğruluğu geçerli olan toplam 35401 denizel canlı türünün belirlenmiş olduğunu bildirmektedir.

Denizel canlıların alansal/zamansal dağılımları, buldukları bölgelerdeki çeşitliliğinin araştırılması balıkçılık kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Yapay resifler denizel canlılarının bulunduğu mevcut habitatları koruyup geliştirmek veya seçenekli bir yaşam alanı sağlamak için denizlere yerleştirilen yapılar şeklinde ifade edilmektedir (Jensen, 2002). Denizlerdeki bu yapay resifler canlılar için potansiyel barınma, üreme, beslenme ve korunma gibi yaşamsal fonksiyonlar açısından seçenekli yaşam alanları sunmaktadır. Yapay resifler biyoçeşitliliğin korunması, bütünleşik kıyı alanları yönetimi, canlı deniz kaynaklarından sürdürülebilir bir şekilde yararlanılması, etkili balıkçılık yönetimi faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi gibi amaçlar doğrultusunda önem arz etmekte ve büyük ilgi görmektedir.

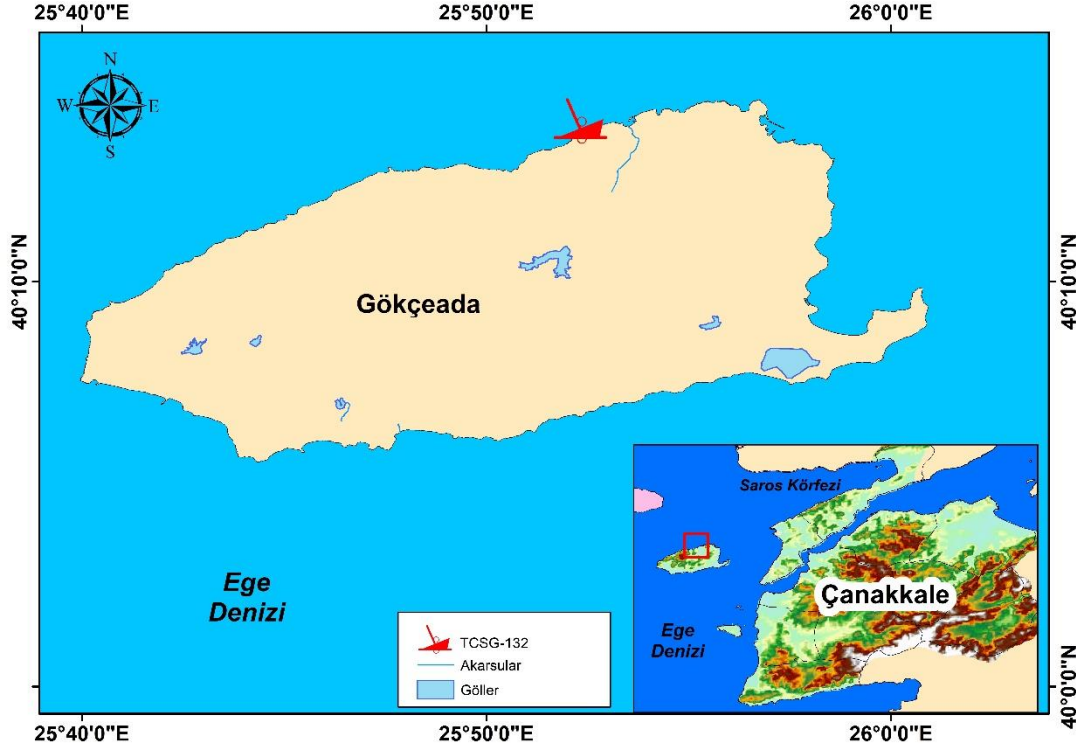
Yapay resiflerin balıkçılık ve çevreyle olan etkileşimleri (Brennan vd., 2011, 2016; Bulleri vd., 2005; Krumholz ve Brennan, 2015; Jimenez vd., 2016), türe özgü yapay resif çalışmaları (Ulaş vd., 2011; Özgül vd., 2017; Acarlı vd., 2018; Acarlı ve Kale, 2020a) balık tür çeşitliliğinin belirlenmesi (Gül vd., 2006; Honorio vd., 2010; Krumholz vd., 2015) gibi çalışmalar özellikle görsel sayım yöntemleri (SCUBA dalış ekipmanları veya uzaktan kumandalı araçlar kullanılarak) (Ulaş vd., 2007; Simon vd., 2010; Genzano vd., 2011; Altınağaç vd., 2013; Acarlı ve Ayaz, 2015; Horasanlı, 2016; Kocabaş ve Acarlı, 2019) ve uzatma ağı, olta vb. av araçları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapay resiflerdeki tür çeşitliliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda çoğunlukla sualtı görsel sayım yöntemleri kullanılmaktadır. Yapay resiflerin bulunduğu alanlarda görsel sayım teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bazı çalışmalarda yapay resiflerin balık toplulukları üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Lök vd., 2002; Gül vd., 2006; Lok vd., 2007; Lök vd., 2008; Gül vd., 2011; Özgül ve Lök., 2017). Ayrıca görsel sayım tekniği ile balık türlerinin ve deniz memelilerinin gözlemlenmesi (Gücü ve Erkan, 2005; Akça, 2010; Acarlı vd., 2013), deniz koruma alanlarının belirlenmesi (Sakinan ve Gucu, 2010), hayalet ağların belirlenmesi (Ayaz vd., 2010), balık cezbedici düzeneklerin (FAD) etkisinin belirlenmesi (Özalp, 2009; Lök ve Özgül, 2010; Acarlı vd., 2019a; Acarlı vd. 2019b) ve yabancı türlerin incelenmesi (Sala vd., 2011; Bodilis vd., 2014) üzerine de çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Gökçeada kıyılarında ise balık faunası, tür çeşitliliği ve türlerin alansal dağılımları üzerine çalışmalar yapılmıştır (Keskin ve Ünsal, 1998; Keskin, 2004; Karakulak vd., 2006; Keskin ve Oral, 2007; Türetken, 2009; Cengiz vd., 2011; Yıldız vd., 2012; Kale vd., 2014a; Kale vd., 2014b; Kale vd., 2014c; Altın vd., 2015; Kale vd., 2015a; Kale vd., 2015b; Horasanlı, 2016; Bektaş, 2017). Doğal resifler çevresindeki balık faunasının belirlenmesi için de gerçekleştirilmiş çalışmalar bulunmaktadır (Karakulak vd., 2006; Keskin ve Oral, 2007; Türetken, 2009; Yıldız vd., 2012; Altın vd., 2015; Horasanlı, 2016). Ancak, yapay resiflerdeki tür çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Kuzey Ege Denizi'nin Gökçeada kıyılarında 22,4 – 24,8 m derinlikleri arasında bulunan TCSG-132 isimli gemi batığı üzerindeki ve çevresindeki tür kompozisyonu ve denizel biyolojik çeşitliliğin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapay resifin sualtı tür çeşitliliği üzerindeki etkisi görsel sayım teknikleri ile incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Ekim 2018 – Eylül 2019 tarihleri arasında Gökçeada'nın kuzeyinde bulunan Ördek Yalağı mevkiinde (Şekil 1) 22,6 – 24,8 m derinlikleri arasında yer alan TCSG-132 (Şekil 2) isimli gemi batığı üzerinde ve çevresinde gözlemler yapılarak gerçekleştirilmiştir. TCSG-132 isimli gemi, Türkiye Cumhuriyeti Sahil Güvenlik Komutanlığı'ndaki hizmetlerinden sonra hurdaya ayrılmıştır. Gemi, denizde olumsuz etkiler yaratabilecek kirleticilerden (cam, ahşap, yağ, yakıt deposu vb.) temizlendikten sonra, 24 Ekim 2016 tarihinde Gökçeada Belediyesi ve Gökçeada Kaymakamlığı'nın ortak çalışmaları sonucunda batırılmıştır (Şekil 2). Geminin boyu 40,3 m eni 6,4 m olup baş kısmı 22,6 m derinlikte, kış tarafı ise 24,8 m derinlikte kısmen deniz çayırlarının (*Posidonia oceanica*) bulunduğu zeminde kıyıya paralel bir şekilde durmaktadır.



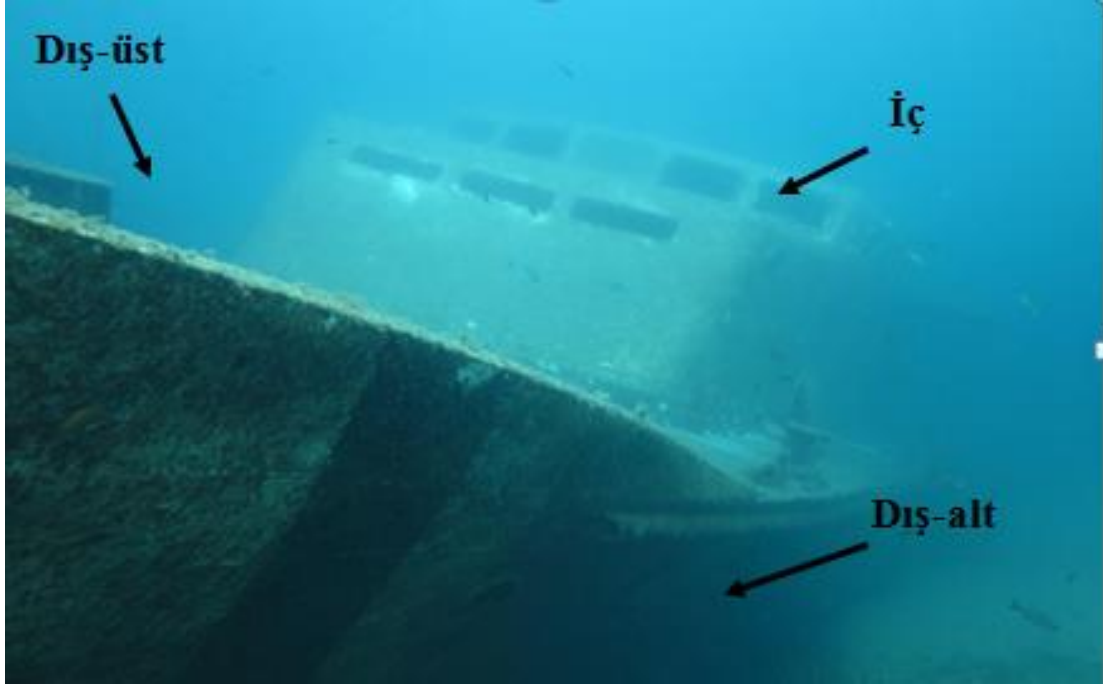
Şekil 1. TCSG-132 gemi batığı yapay resifinin konumu



Şekil 2. TCSG-132 isimli geminin çalışır durumdayken ve batırdıktan sonra sualtındaki görünümü

Yapılan çalışmalar sırasında batık bölgesine ulaşım için Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu'na ait ÇOMÜ-3 isimli tekne kullanılmıştır. Çalışma 12 ay boyunca aylık olarak SCUBA dalış takımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince hangi görsel sayım yöntemlerinin ve av araçlarının kullanılacağı yapılan ön çalışmalarla belirlenmiştir. Aylık olarak yapılan bu dalışlarda sualtında türleri ayırt edebilecek tecrübeye sahip iki dalgıç görev almıştır (Acarli ve Ayaz, 2015). Dalışlar hava şartlarına bağlı olarak her ayın 10'u ila 20'si arasındaki günlerde aynı saat aralıklarında (10.00-12.00) yapılmıştır. Araştırma boyunca verilerin elde edilmesinde sualtı görsel sayım teknikleri olarak transekt ve kuadrat yöntemlerinden (Harmelin-Vivien ve Harmelin, 1975) yararlanılmıştır. Ayrıca sualtı video kayıt ve fotoğraf makinesi (GoPro Hero 4) kullanılmıştır.

Elde edilecek verilerin daha sağlıklı olması amacıyla, dalışların balıklara olumlu ve olumsuz etkileri olabileceği düşünülerek video kaydı ve fotoğraf çekimleri en fazla 15 dakikalık sürelerde yapılmıştır. Çalışma sırasında türlerin batık çevresinde tercih ettiği bölgelerin belirlenmesi açısından gemi batığı üç bölüme ayrılmış ve (i) dış-alt bölge (batığın deniz tabanı ile birleştiği bölge), (ii) dış-üst bölge (batığın güverte kısmı ve üstündeki açık alan), (iii) iç bölge (geminin kaptan köşkü ve sintine gibi iç kısımlarını kapsayan bölge) olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Batığın bölgelere göre sınıflandırılması

Dalışlar sırasında balık türleri, birey sayısı, su sıcaklığı ve görüş mesafesi anlık olarak sualtı yazı araçlarına yazılmıştır. Yapılan dalışlarda yüzey ve dipteki su sıcaklıkları dalış bilgisayarı (Oceanic CEO2) ile ölçülmüştür.

Gözlenen bireylerin hangi türler olduğunun bilimsel olarak belirlenmesinde sualtında türleri tanıyabilme yeteneğine sahip dalgıçların batık çevresindeki türlerin tespit edilmesi konusundaki tecrübelerinden yararlanmanın yanında çekilen fotoğraf ve video kayıtları ayrıntılı olarak incelenerek türlerin belirlenmesinde Bilecenoğlu vd. (2014), Öztürk vd. (2014) ve Bakır vd. (2014) kaynaklarından da yararlanılmıştır.

Tür çeşitliliği için birçok farklı indeks bulunmakla beraber bu indekslerin hesaplamalarında genellikle tür sayısı ve birey adetleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada Shannon çeşitlilik indeksi (H) kullanılmıştır. Kullanılan biyoçeşitlilik indeksi şu eşitlikten yararlanılarak hesaplanmaktadır:

$$H = \sum_{i=1}^5 (p_i) (\ln p_i)$$

Bu eşitlikte $p_i = i$ türüne ait miktarın toplam örnek miktarına oranını ifade etmektedir.

Tür kompozisyonunda mevsimsel farklılığı oluşturan başlıca türlerin tespit edilmesi için SIMPER istatistiksel analizi kullanılmıştır. Biyoçeşitlilik ve istatistiksel analizler PAST versiyon 3.1 (Hammer vd., 2001) paket programı ile yapılmıştır. Mevsimlere göre birey sayılarının arasındaki ilişkinin görselleştirilmesi amacıyla MDS analizi yapılmıştır. MDS ölçeklendirmede koordinatların uzaklıklarının hesaplanması için Bray-Curtis formülü kullanılmıştır. Birey adetleri ile yapılan analizlerde logaritmik ($\log(n+1)$) dönüşüm gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Araştırma süresince aylık olarak SCUBA ekipmanları kullanılarak yapılan dalışlar ile elde edilen veriler sonucunda 19 familyaya ait 28 tür ve bu türlerin 12708 bireyi kaydedilmiştir (Tablo 1). Sualtı gözlemleri boyunca tespit edilen 28 türün %51,7'sinin ekonomik öneme sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Bu türler Sparidae familyasından kupes (*Boops boops*), karagöz (*Diplodus vulgaris*), sargoz (*Diplodus sargus*), ısparoz (*Diplodus annularis*) ve ıskatari (*Spondylisoma cantharus*), Mullidae familyasından barbunya (*Mullus barbatus barbatus*) ve tekir (*Mullus surmullatus*), Centracanthidae familyasından izmarit (*Spicara maena*), Sciaenidae familyasında ışkine (*Sciaena umbra*) ve Labridae familyasından kıkla (*Labrus bergylta*)'dır. Balıkların dışında batıkta Akdeniz midyesi veya kara midye (*Mytilus galloprovincialis*), istiridye (*Ostrea edulis*), boru kurdu (*Diopatra* sp.) ve madya (*Hexaplex trunculus*) da tespit edilmiştir.

Ayrıca, Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN) tehdit altındaki türlerin kırmızı listesinde hassas (*vulnerable*) olarak yer alan *Caretta caretta* türü de batığın bulunduğu bölgede gözlemlenmiştir (Kocabaş ve Acarlı, 2019).

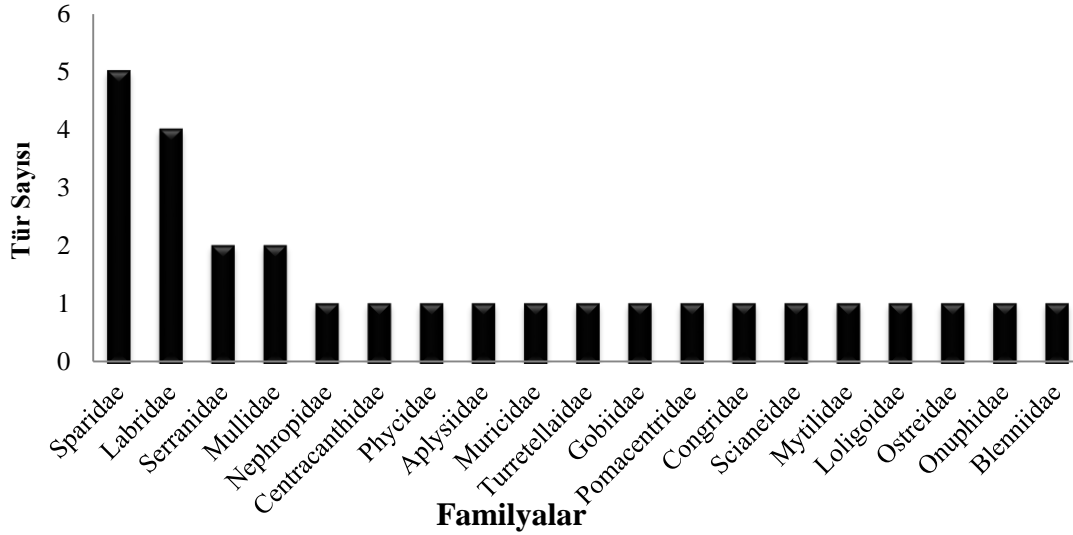
Tablo 1. TCSG-132 batığında tespit edilen türler

Familyalar	Türler	Birey Sayısı	Ekonomik Değer
Sparidae	Iskatari (<i>Spondyliosoma cantharus</i>)	77	*
Sparidae	Karagöz (<i>Diplodus vulgaris</i>)	752	*
Sparidae	Sargoz (<i>Diplodus sargus</i>)	53	*
Sparidae	Kupes (<i>Boops boops</i>)	5290	*
Sparidae	Isparoz (<i>Diplodus annularis</i>)	156	*
Labridae	Kikla (<i>Labrus bergylta</i>)	14	*
Labridae	Gelin balığı (<i>Coris julis</i>)	197	
Labridae	Çırçır (<i>Symphodus melops</i>)	65	
Labridae	Çırçır (<i>Symphodus tinca</i>)	78	
Serranidae	Asıl hani balığı (<i>Serranus cabrilla</i>)	57	
Serranidae	Çizgili hani balığı (<i>Serranus scriba</i>)	66	
Mullidae	Barbunya (<i>Mullus barbatus barbatus</i>)	3	*
Mullidae	Tekir (<i>Mullus surmuletus</i>)	6	*
Centracanthidae	İzmarit (<i>Spicara maena</i>)	1990	*
Sciaenidae	İşkine (<i>Sciaena umbra</i>)	54	*
Gobiidae	Kaya balığı (<i>Gobius sp.</i>)	7	
Pomacentridae	Papaz balığı (<i>Chromis chromis</i>)	3640	
Congridae	Mıgri (<i>Conger conger</i>)	1	
Blenniidae	Horozbina (<i>Parablennius sp.</i>)	1	
Phycidae	Gelincik (<i>Phycis phycis</i>)	2	
Loliginidae	Kalamar (<i>Loligo vulgaris</i>)	1	
Nephropidae	Istakoz (<i>Homarus gammarus</i>)	1	*
Mytilidae	Akdeniz midyesi (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	150	*
Ostreidae	İstiridye (<i>Ostrea edulis</i>)	15	*
Muricidae	Madya (<i>Hexaplex trunculus</i>)	1	*
Turritellidae	Deniz minaresi (<i>Turritellinella tricarinata</i>)	1	
Onuphidae	Boru kurdu (<i>Diopatra sp.</i>)	15	*
Aplysiidae	Deniztavşanı (<i>Aplysia sp.</i>)	15	

* Türlerin ekonomik öneme sahip olduğunu ifade etmektedir.

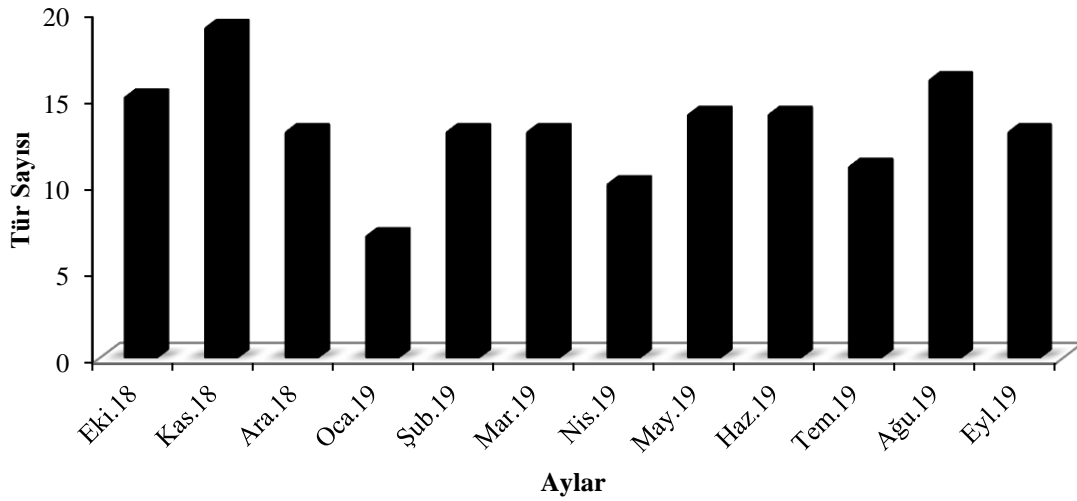
Çalışma boyunca yapılan dalışlarda görüş mesafeleri kaydedilmiş, 5 m ile 20 m arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Görüş mesafesinin 5 m'nin altına düşmemesinin görsel sayım açısından olumlu olduğu düşünülmektedir.

Sparidae familyasının 5 farklı tür ile en fazla türün gözlemlendiği familya olduğu ve toplamın %17'sini kapsadığı belirlenmiştir. Bu familyayı 4 tür ile Labridae familyası (%14) takip etmektedir. Serranidae ve Mullidae familyalarına ait 2 tür, Centracanthidae, Nephropidae, Phycidae, Aplysiidae, Muricidae, Turritellidae, Onuphidae, Blenniidae, Gobiidae, Pomacentridae, Congridae, Sciaenidae, Mytilidae, Loliginidae ve Ostreidae familyalarına ait ise sadece 1'er tür tespit edilmiştir (Şekil 4).



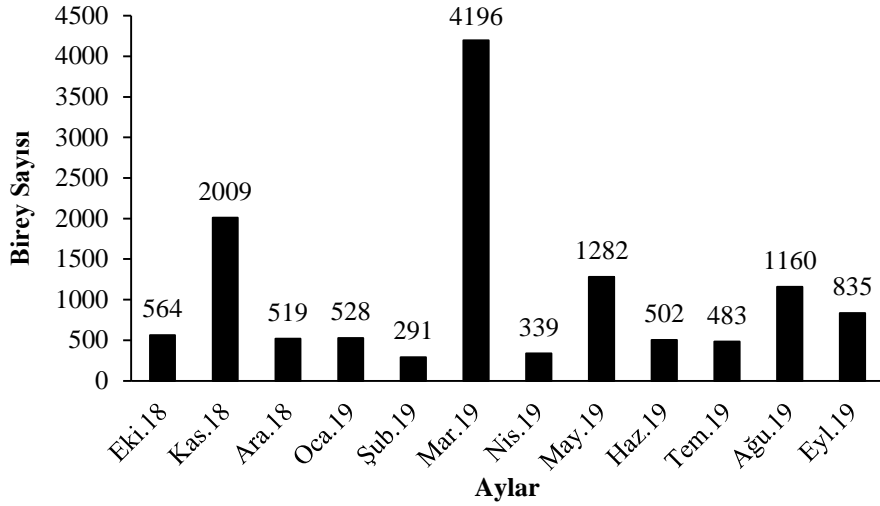
Şekil 4. Familyalara ait tür sayıları

Elde edilen bulgular incelendiğinde tür sayısı bakımından çeşitlilik en fazla Kasım ayında 19 tür olarak belirlenmiş, en az çeşitlilik ise 7 tür ile Ocak ayında gözlenmiştir (Şekil 5).

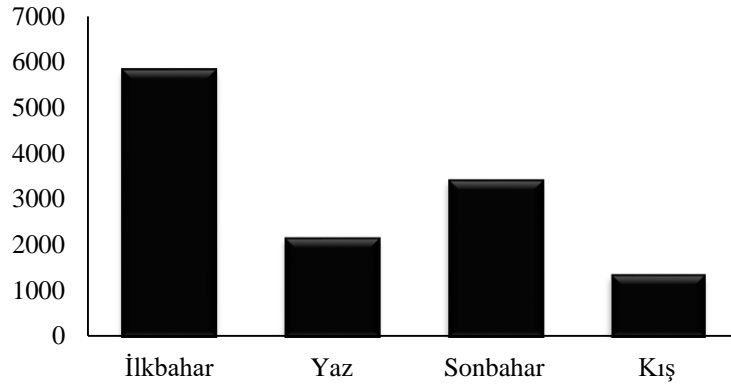


Şekil 5. Aylık tür sayıları

Birey sayısında bolluk en fazla 4196 birey ile Mart ayında, en az ise 291 birey ile Şubat ayında kaydedilmiştir (Şekil 6). Ayrıca, mevsimsel olarak tespit edilen birey sayıları da belirlenmiştir (Şekil 7). Toplam 12708 birey içerisinde en çok gözlenen ve toplamın %94'ünü oluşturan ilk 5 tür ve bunların miktarları Şekil 8'de gösterilmiştir.

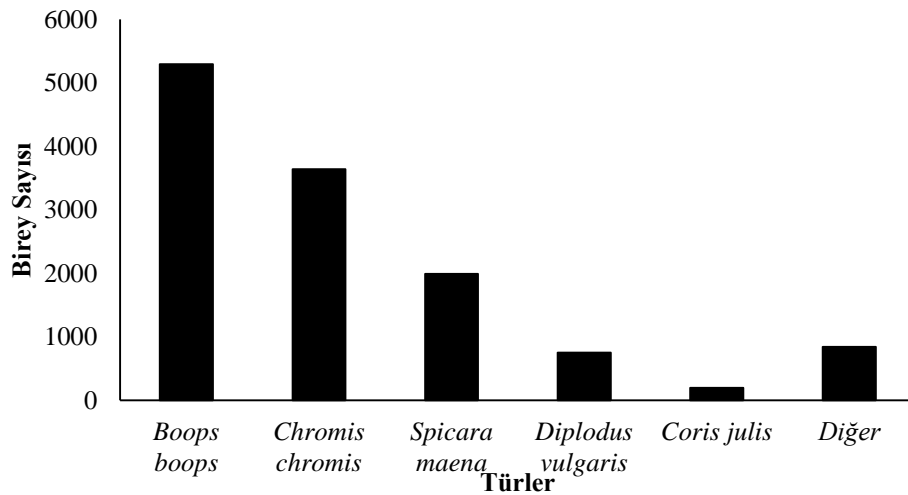


Şekil 6. Aylık birey sayıları



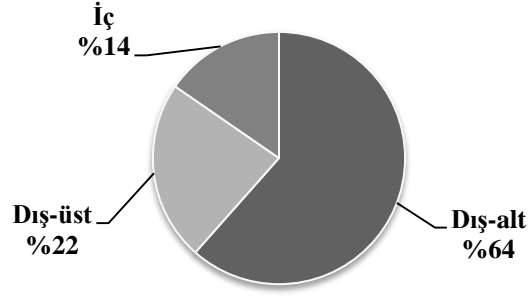
Şekil 7. Mevsimsel birey sayıları

Batık civarında gözlenen türler arasında en sık gözlenen türlerin kupes (*B. boops*), izmarit (*S. maena*), karagöz (*D. vulgaris*), papaz (*C. chromis*) ve gelin balığı (*C. julis*) türleri olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8).

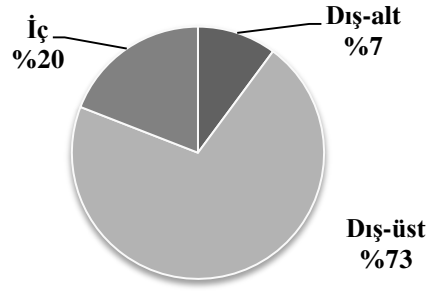


Şekil 8. En çok gözlenen 5 tür ve miktarları

Çalışma sırasında yapılan bölgesel sınıflandırma kapsamında türlerin gemi batığı etrafındaki dağılım oranları belirlenmiş ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Tercih ettiği bölgeler belirlenen türlerin toplam birey sayılarının bölgelere göre dağılımları hesaplanmıştır (Şekil 10).

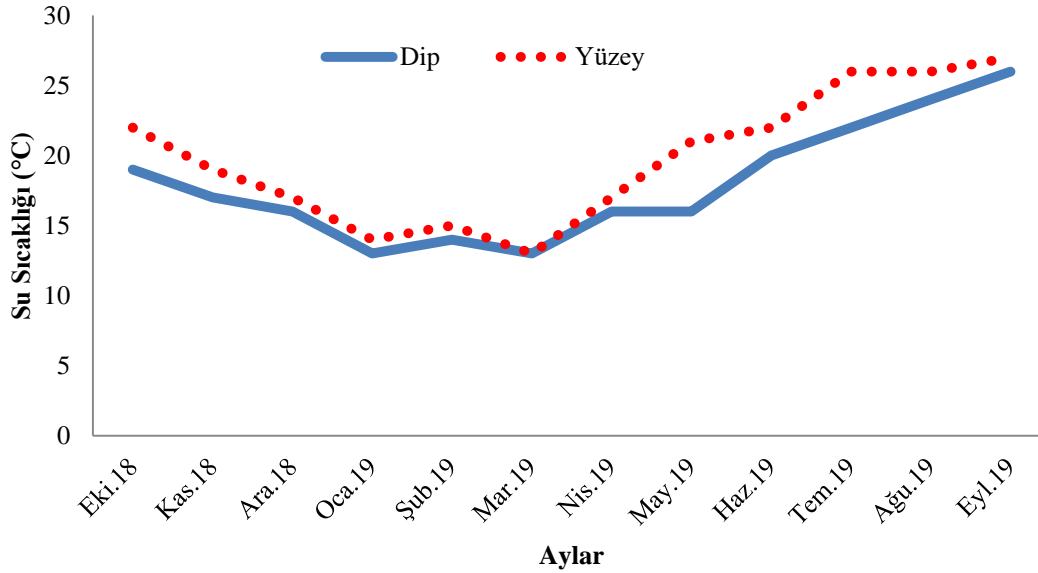


Şekil 9. Bölgelere göre türlerin dağılım oranları

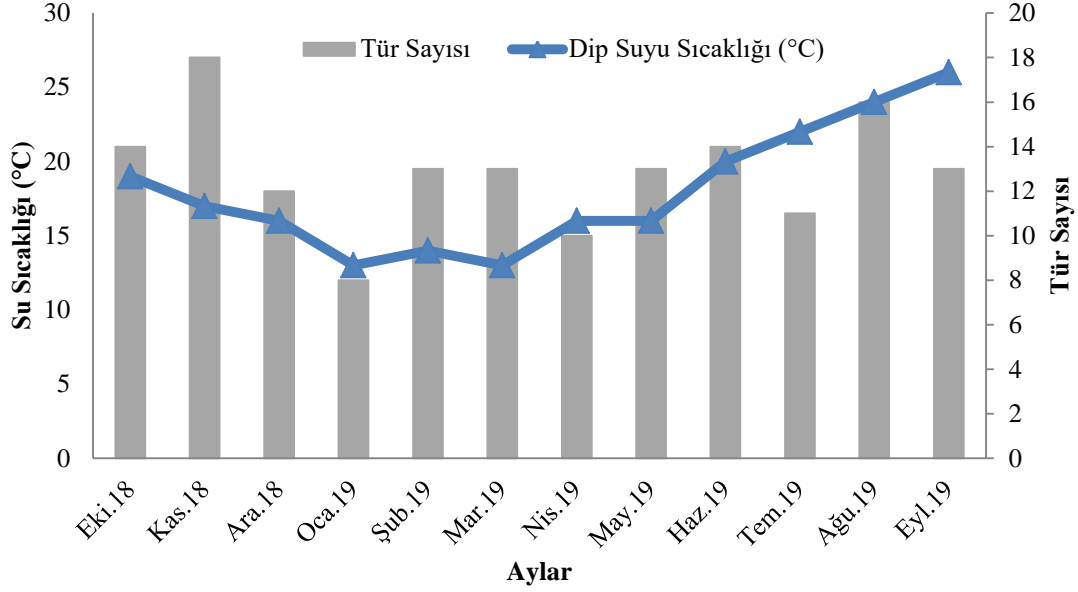


Şekil 10. Bölgelere göre birey sayılarının dağılım oranları

Batık bölgesindeki yüzey ve dip suyu sıcaklıkları aylık dönemler şeklinde kaydedilmiştir. Çalışma süresince hem yüzey suyu hem de dip suyu için en düşük sıcaklık 13°C olarak belirlenirken en yüksek sıcaklık dip suyu için 26°C ve yüzey suyu için 27°C olarak ölçülmüştür (Şekil 11). Ayrıca, dip suyu sıcaklığı ile tür sayısının aylık değişimi ve aralarındaki ilişki Şekil 12’de sunulmuştur.



Şekil 11. Yüzey ve dip suyu sıcaklığının aylık değişimi



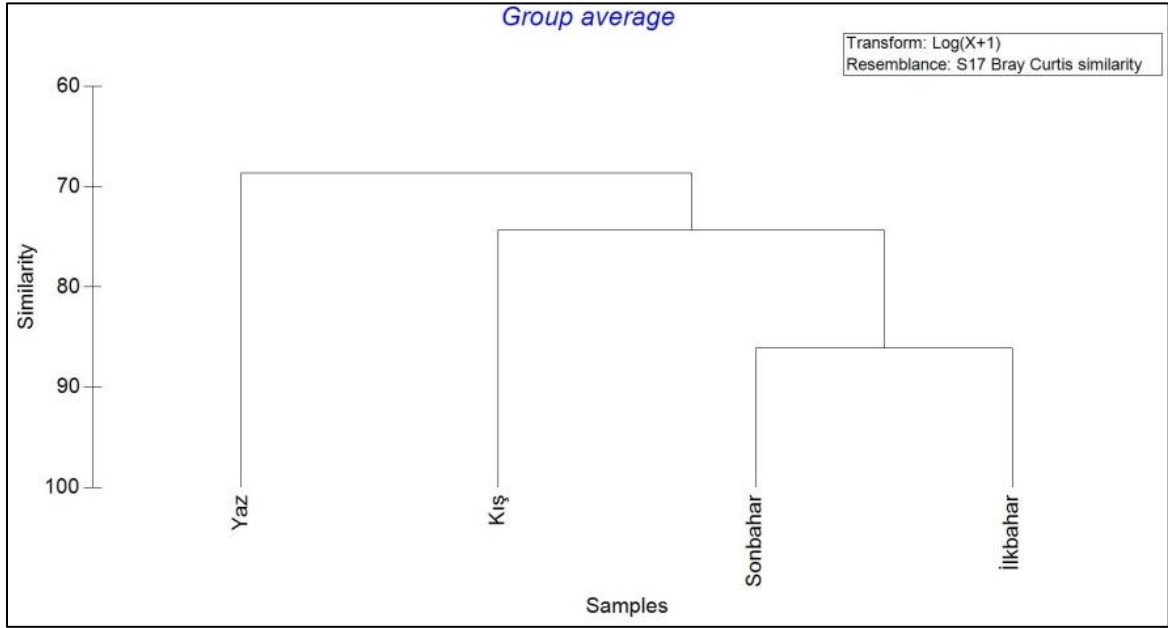
Şekil 12. Dip suyu sıcaklığı ve tür sayısı arasındaki aylık değişimleri arasındaki ilişki

Çalışmada elde edilen bulgular kullanılarak biyoçeşitlilik indeksi hesaplanmıştır. Biyoçeşitlilik indeksinin hesaplanmasında Shannon-Weaner biyoçeşitlilik indeksi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre Shannon-Weaner biyoçeşitlilik indeksi en düşük ilkbahar mevsiminde ve en yüksek ise sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Ayrıca, Jacard'ın düzenlilik indeksi en düşük ilkbahar mevsimi ve en yüksek kış mevsiminde hesaplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Gemi batığı civarındaki mevsimsel biyoçeşitlilik indeksi ve Jacard'ın düzenlilik indeksi.

Mevsim	Tür Sayısı	Birey Sayısı	d	J'	H' (log ₂)
Sonbahar	20	3558	2,32	0,59	2,57
Kış	15	1418	2,07	0,61	2,43
İlkbahar	18	5860	1,96	0,38	1,57
Yaz	22	2142	2,74	0,50	2,25

Mevsimsel olarak gerçekleştirilen Bray-Curtis benzerlik analizi sonuçları değerlendirildiğinde benzerlik oranı en fazla olan mevsimler ilkbahar ve sonbahar olarak belirlenmiştir. Bu iki mevsime benzerliği yönünden ise kış mevsiminin benzerliği yaz mevsiminin benzerliğinden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. En düşük benzerlik oranı ise %70 civarı yaz mevsimi için hesaplanmıştır (Şekil 13). Diğer taraftan, metrik çok boyutlu ölçekleme analizi (MDS) uygulanmış ve yaz mevsiminin diğer mevsimlerden ayrık olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 14).



Şekil 13. Mevsimlere göre Bray-Curtis benzerlik dendogramı



Şekil 14. Mevsimlerin birey sayılarına göre MDS dağılımı

Benzerlik yüzdeleri SIMPER analizi yapılarak mevsimler arasındaki farklılık oranları, bu farklara neden olan türler ve bu türlerin oranları belirlenmiştir. Bu farklılığı oluşturan başlıca türler ve farklılığın oluşmasındaki yüzde katkıları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. SIMPER analizi sonuçları

Farklılık (%)	Yaz-Sonbahar (%29,26)	Yaz-Kış (%35,39)	Sonbahar- Kış (%26,81)	Yaz-İlkbahar (%29,41)	Sonbahar- İlkbahar (%13,85)	Kış-İlkbahar (%24,50)
<i>S. cantharus</i>		11,39	14,32		8,45	11,42
<i>S. melops</i>		6,97	10,72			13,44
<i>S. tinca</i>		6,25	10,72			12,22
<i>C. bimaculatum</i>			7,76			9,32
<i>M. surmuletus</i>	6,48		5,84		10,26	
<i>Gobius sp.</i>					10,67	
<i>S. maena</i>					9,03	
<i>D. sargus</i>					8,82	
<i>B. boops</i>				9,95		8,91
<i>M. galloprovincialis</i>	12,67	11,05		10,13		
<i>Aplysia sp.</i>	7,81	7,77		8,43		
<i>D. annularis</i>	6,60			8,21		
<i>M. barbatus</i>	5,82			6,28		

TARTIŞMA ve SONUÇ

Gül vd. (2006) Ürkmez kıyılarında (Ege Denizi) yaptığı çalışmada 14-21 m derinliklerde bulunan yapay resiflerde görsel sayım yöntemleri kullanarak 12 familyaya ait 35 tür tespit etmiştir. Bu familyalar arasında Labridae (13 tür) ve Sparidae (9 tür) en baskın aileler olarak belirlenmiştir. Birey sayıları açısından ise en yüksek birey sayısının *C. chromis*, *S. doderleini* ve *B. boops* türlerinde kayıt edildiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada tespit edilen familya ve tür sayıları ile açısından ortaya çıkan farklılığın diğer çalışmada değişik derinliklerde bulunan resiflerde yapılan örneklemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Buna karşın, baskın türler açısından iki çalışma paralellik göstermektedir. Ayrıca, en yüksek birey sayısına sahip türler bakımından da tek bir tür dışında (*Symphodus doderleini*) benzerlik göstermektedir. Bunun da her iki çalışmaların farklı bölgelerde ve su özelliklerine sahip alanlarda gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gül vd. (2011) Ege kıyılarında (Gümüldür ve Ürkmez) yaptıkları çalışmada 20, 30 ve 40 m derinliklere yerleştirilmiş yapay resiflerde görsel sayım yöntemleri kullanarak 14 familyaya ait 30 tür tespit etmişlerdir. Tür ve familya zenginliği açısından 20 m derinlikteki resiflerin daha verimli olduğu bildirilmiştir. En çok tür Sparidae ve Serranidae familyalarında gözlenmiştir. En yaygın türler ise *C. conger*, *S. cabrilla*, *S. scriba*, *M. barbatus*, *M. surmuletus*, *D. annularis*, *D. vulgaris*, *B. boops* ve *C. chromis* olarak rapor edilmiştir. Aynı bölgede Ulaş vd. (2007) yaptığı çalışmada uzatma ağı, olta ve görsel sayım tekniklerini kullanarak 40 türe ait 2241 birey kaydetmiştir. En fazla birey sayısının (450 birey) *C. chromis*'e ait olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında tür sayısında negatif bir fark olmasına karşın birey sayısı bakımından pozitif bir fark bulunmaktadır. Lök vd. (2008) İzmir kıyılarında iki farklı bölgede (Dalyanköy ve Gümüldür) görsel sayım yöntemi kullanarak 20 m derinlikte 23 familyaya ait 54 tür tespit etmiştir. En baskın familyalar Labridae ve Sparidae familyalarıdır. Mevcut çalışmada ise benzer derinliklerde ve görsel sayım yöntemleri ile çalışılmasına karşın familya ve özellikle birey sayılarında oldukça yüksek fark görülmektedir. Bu durumun nedeni, çalışmaların farklı bölgelerde yapılması ve örneklemlerde av araçlarının da kullanılmasından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Acarlı ve Ayaz (2015) Ocaklar Koyu, Erdek Körfezi (Marmara Denizi) kıyılarında 2 sene boyunca görsel sayım teknikleri kullanarak 35 familyaya ait 51 tür gözlendiğini rapor etmiştir. Bu taksonlardan; 31 balık türü, 11 kabuklu türü, 3 derisidikenliler türü, 3 çift kabuklu türü, 2 denizanası türü ve 1 adet sünger türü olduğu bildirilmiştir. Söz konusu araştırmada tespit edilen familya ve tür sayısı açısından da farklılık göstermektedir. Familya ve tür sayılarındaki fazlalığın çalışmanın farklı bölgede gerçekleştirilmesi ve izleme süresinin uzunluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Birey sayılarına bakıldığında, Keskin (1996) mevsimsel olarak en yüksek birey sayısını ilkbaharda 1310 birey, en düşük birey sayısını sonbahar ayında 361 birey olarak kaydetmiştir. Keskin ve Ünsal (1998) ise en düşük birey sayısını kış mevsiminde 847 birey, en yüksek yaz mevsiminde 773 birey olarak belirlemiştir. Gül vd. (2006) ise birey sayısı bakımından en yüksek değerleri yaz ve sonbahar mevsimlerinde bildirmiştir. Mevcut çalışmada en yüksek değer ilkbaharda 5817 birey, en düşük değer

985 birey ile yaz mevsiminde kaydedilmiştir. Oluşan farkın mevcut çalışmanın sabit derinlikte gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Batık çevresinde bulunan türlerin ve bu türlere ait bireylerin batık civarındaki bulunduğu bölgelere göre konumsal sınıflandırılması yapılmıştır. Tür bazında bakıldığında en çok dış-alt bölgesi (%58) tercih edilmiş, bunu iç bölge takip etmektedir (%26). Türlerin en az tercih ettiği bölge ise dış-üst (%16) bölgededir. Buna karşın, birey sayısı bakımından tercih edilen bölgeler sırasıyla; dış-üst (%73), iç (%20), dış-alt (%7) olarak belirlenmiştir. Bölgelere göre dağılımlara bakıldığında tür ve birey sayıları arasındaki zıtlığın özellikle gemi batığının dış-alt bölgesini tercih eden türlerin sürü oluşturmamasından kaynaklanmaktadır. Literatürde denizel canlıların yapay resiflerin etrafında buldukları konumlara göre sınıflandırma yapılarak tür kompozisyonunun belirlenmesi üzerine herhangi bir çalışma bulunmadığından herhangi bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Bu yönüyle de mevcut çalışma ilk olma özelliği taşımakta ve ayrı bir önem arz etmektedir.

Çoker ve Akyol (2018) Saroz Körfezi ve Gökçeada kıyılarında 1998-2018 yılları arasında yapılan çalışmaları derlemiş ve 96 familyaya ait 280 balık türünün rapor edildiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada gözlenen balık türlerinin tamamı da bu raporda yer almaktadır. Diğer yandan, literatürdeki Gökçeada kıyılarında tür çeşitliliğinin belirlenmesine yönelik çalışmalar (Keskin, 1996; Keskin ve Ünsal, 1998; Keskin, 2004; Karakulak vd., 2006; Keskin ve Oral, 2007; Türetken, 2009; Altın vd., 2015; Acarlı vd., 2018) olmasına karşın, gemi batığı yapay resiflerindeki tür çeşitliliğinin belirlenmesi üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca, yöntem açısından literatürdeki bu çalışmalar incelendiğinde yalnızca bir tanesinde (Horasanlı, 2016) yapay resiflerdeki tür çeşitliliğinin belirlenmesinde görsel sayım yöntemlerinin kullanıldığı dikkat çekmektedir. Horasanlı (2016) birey sayılarını aylık olarak en yüksek Mayıs ayında 1245 birey, en düşük değeri Haziran ayında 80 birey olarak bildirmiştir. Mevcut çalışmada en yüksek değer Mart ayında 4196 birey, en düşük değer Şubat ayında 291 birey olarak kaydedilmiştir. İki çalışmanın da Gökçeada'da gerçekleştirilmesine karşın oluşan farklılığın çalışmaların gerçekleştirildiği derinliklerin ve çalışma süresinin farklı olmasından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir.

Gemi batıkları yer değiştirmesi mümkün olmayan kültürel alanlar ve önemli yapay resif habitatları olarak hizmet sağlayan modern deniz tabanı özellikleridir (Walker vd., 2007). Gemi batıkları genç balık türlerinin sığınabilmesi için mükemmel bir yapay resif işlevi sunmaktadır (Krumholz ve Brennan, 2015). Gemi batıkları sayesinde oluşan bu resifler, yetişkin balık yayılımı ile yerel balıkçılığı artırabilir (Harmelin-Vivien vd., 2008; Forcada vd., 2009; Molloy vd., 2009). Stephan ve Lindquist (1989) eski ve yeni gemi batığı yapay resifleri ile balık cezbedici düzeneklerdeki balık topluluklarının karşılaştırmalı analizini yaptığı çalışmada eski gemi batığının en çok tür çeşitliliğine sahip olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, yeni olan gemi batığında balık cezbedici düzeneklerden daha çok tür çeşitliliği gözlemlendiği de rapor edilmiştir. Mevcut çalışmada araştırılan gemi batığı yapay resifi henüz daha 3 yıllık bir batık olmasına rağmen çok sayıda tür çeşitliliğinin gözlenmiş olması önem taşımaktadır. Öte yandan, Brennan vd. (2016) tarihi gemi batıklarının bulunduğu alanların trol avcılığı nedeniyle büyük zarar gördüğünü belirtmiş ve trol avcılığının batıklardaki tarihi, bentik, ekolojik ve sediman doğasını yok ettiğini ifade etmiştir. Gemi batığı yapay resifler tür çeşitliliğinin zenginleşmesine, amatör, sportif ve hobi amaçlı balıkçılık faaliyetlerinin artmasına ve bölgesel düzeyde sosyo-ekonomik düzeyin geliştirilmesine imkan sağlamaktadır. Benzer şekilde, Brennan vd. (2016) yapay resifler olarak batık alanlarının korunmasının yerel balıkçılığı arttıracığı vurgulamıştır. Dolayısıyla, gemi batıklarının bulunduğu alanların korunması ticari ve sportif balıkçılığın gelişmesine katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, ekosistem yaklaşımı balıkçılık yönetiminin sağlanması ve uygulanması bağlamında da balıkçılık yönetimi uygulamalarında yönetici ve karar vericiler için potansiyel bir uygulama alanı sunmaktadır. Dolayısıyla, TCSG-132 gemi batığının denizel canlılar için önemli bir yapay resif işlevi görebilmesi için olumsuz etkileyecek faktörlerin engellenmesi ve mümkün olduğunca batığın korunması tür çeşitliliğindeki sürdürülebilirliğin sağlanması açısından elzem niteliktedir.

Gemi batığı çevresinde kalamar (*Loligo vulgaris*) türü 1 adet görünmesinin yanında bol miktarda kalamar yumurtaları da gözlenmiştir. Bu durum gemi batığı yapay resifinin de canlılar tarafından barınma, beslenme, korunma gibi amaçların yanında yumurtlama ve büyüme alanları olarak da kullanıldığını göstermektedir. Benzer şekilde, yapay resiflerin denizel canlılar tarafından yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilecekleri birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Acarlı ve Ayaz, 2015; Acarlı vd., 2019a; Acarlı vd., 2019b; Acarlı ve Kale, 2020a; Acarlı ve Kale, 2020b). Bu

çalışmada sadece kalamar türünün gemi batığı yapay resiflerini yumurtlama alanı olarak kullandığı tespit edilebilmiş olsa da diğer türlerin gemi batığı yapay resifinin çevresinde gözlenmesi diğer yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştirildiğini net şekilde ortaya koymaktadır.

Francour vd. (1994) Akdeniz biyoçeşitlilik desenlerinin değişiklik gösterdiğini ve bu değişimin deniz suyu sıcaklığındaki artış ile ilişkili olabileceğine işaret etmiştir. Benzer şekilde, Morri ve Bianchi (2001) Ligurya Denizi'ndeki çalışmaların da denizel biyoçeşitlilik ve iklim değişkenlikleri arasındaki ilişkiye dair örnekler sağladığını rapor etmiştir. Türk Boğazlar Sistemi aracılığıyla düşük sıcaklık ve tuzluluğa sahip besleyici element açısından zengin Karadeniz suları Ege Denizi'nin kuzeyine ulaşarak bu ortamdaki biyolojik çeşitliliği ve ekosistemi önemli ölçüde etkilemektedir. Gökçeada, bulunduğu konum itibarıyla akıntı sistemlerinin de etkisi altında kalmaktadır (Kale, 2014). Gökçeada kıyılarındaki su sıcaklığı ve tuzluluğunun mevsimsel olarak değişkenlik sergilemesi, denizel biyoçeşitliliği de önemli derecede etkilemektedir (Gönülal, 2008). Acarlı ve Ayaz (2015) sıcaklık değişimleri ile tür sayıları değişimini değerlendirmiş ve paralellik belirlemiştir. Benzer şekilde, mevcut çalışmada da su sıcaklığındaki değişimler ile biyoçeşitlilik arasında bir ilişki olduğu düşünülmektedir.

Bianchi ve Morri (2000) Akdeniz biyoçeşitliliğinin iklim değişikliği ve insan etkileri altında hızlı bir değişim gösterdiğini, fakat hem ekosistemler hem de türler için koruma önlemlerinin halen zayıf olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde, birçok çalışmada iklim değişikliğinin su kaynaklarını etkilediği rapor edilmiştir (Kale vd., 2016a; Kale vd., 2016b; Ejder vd., 2016a; Ejder vd., 2016b; Kale vd., 2018; Kale ve Sönmez, 2018a; Kale ve Sönmez, 2018b; Kale ve Sönmez, 2019a; Kale ve Sönmez, 2019b; Kale ve Sönmez, 2019c; Kale ve Acarlı, 2019a; Kale ve Acarlı, 2019b; Sönmez ve Kale, 2020). Ayrıca, Çanakkale ili için de iklim değişikliği nedeniyle sıcaklık (Kale, 2017a) ve buharlaşma (Kale, 2017b) eğilimlerinin değiştiği ve gelecekte daha çok artacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla, bu bölgedeki denizel biyolojik çeşitliliğin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden korunması biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından hayati önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye'de yapay resif çalışmaları yapılmasına karşın daha önce gemi batığı yapay resifi üzerinde ve çevresinde tür kompozisyonu belirlemeye yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu açıdan mevcut çalışma literatürdeki önemli bir boşluğun doldurulmasına katkı sağlamaktadır. İlerleyen zamanlarda gerçekleştirilecek yapay resif çalışmalarında farklı türlerin tespit edilmesi açısından fotokapan benzeri araçların kullanılması tür kompozisyonu belirlenmesine yönelik çalışmalarda önemli yararlar sağlayacaktır. Bu tarz çalışmalarda, balıkların gece beslenme davranışı gösterdikleri de göze alınarak gece dalışlarında gece görüşlü kameralar kullanılması durumunda tür kompozisyonunun belirlenmesine faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, tür kompozisyonu hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için gece ve gündüz saatlerinde uzatma ağları, fanyalı ağlar, alamana ağları, misina ağlar gibi av araçları kullanılması tavsiye edilmektedir. Diğer yandan, yapay resif çalışmalarında balıkların avlanma yöntemlerini ve hareket tarzlarını belirlemek amacıyla telemetrik sistemlerin kullanılması önerilmektedir. Gemi batığı yapay resiflerinin yaşı arttıkça daha çok tür çeşitliliğinden dolayı diğer mevcut gemi batıklarının da tür çeşitliliği açısından karşılaştırmalı olarak araştırılması tavsiye edilmektedir.

Teşekkür: ÇOMÜ-3 isimli araştırma gemisinin kaptanı Yılmaz Tokoğlu'na lojistik destek sağladığı için teşekkür ederiz. Bu çalışma Sinan Kocabaş'ın yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir.

KAYNAKLAR

- Acarlı, D., & Ayaz, A. (2015). Using concrete artificial reef as a tool to enrich the new marine habitat in Erdek-Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(2A), 602-609.
- Acarlı, D., & Kale, S. (2020a). Species-specific artificial reef models for lobster (*Homarus gammarus* Linnaeus 1758). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 1-7.
- Acarlı, D., & Kale, S. (2020b). Species composition of artificial reef models specifically designed for *Homarus gammarus* (Crustacea: Decapoda: Nephropidae) in the Sea of Marmara. *Research in Marine Sciences*, 5(1), 625-635.
- Acarlı, D., Ayaz, A., Altınağaç, U., Özekinci, U., Bayhan, B., & Kara, A. (2013). Determination of fish fauna at artificial reefs using underwater visual census methods in Erdek-Ocaklar (Marmara Sea/Turkey). In *10th CARAH – International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats*, (pp 61). İzmir, Turkey.

- Acarlı, D., Kale, S., & Çakır, K. (2018). A new maximum length for the garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1761) in the coast of Gökçeada Island (Aegean Sea, Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 59(4), 385-389.
- Acarlı, D., Kale, S., & Kara, A. (2019a). New alternative fishing gear suggestions for trap fisheries from the waste recycle materials: Case study for Muricidae (Mollusca: Gastropoda). *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2), 92-97.
- Acarlı, D., Kale, S., & Kara, A. (2019b). Can brush parks aggregate species in lagoon systems? A case of Homa Lagoon, Aegean Sea, Turkey. *Marine and Life Sciences*, 1(1), 17-24.
- Akça, N. (2010). *Boncuk Koyu'ndaki (Gökova Körfezi) Carcharhinus plumbeus (Nardo, 1827) türünün biyoekolojisi üzerine sualtı gözlemleri*. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S., & Alver, C. (2015). Length-weight relationships of forty-nine fish species from shallow waters of Gökçeada Island, northern Aegean Sea Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5), 971-975.
- Altınağaç, U., Ayaz, A., Acarli, D., & Özekinci, U. (2013). Determination of the fish species composition of Saroz artificial reefs in İbrice (Saroz Bay, Turkey). *10th CARAH – International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats*. İzmir, Turkey. 63 pp.
- Ayaz, A., Ünal, V., Acarli, D., & Altınağaç, U. (2010). Fishing gear losses in the Gökova Special Environmental Protection Area (SEPA), eastern Mediterranean, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(3), 416-419.
- Bakır, A.K., Katağan, T., Aker, H.V., Özcan, T., Sezgin, M., Ateş, A.S., Koçak, C., & Kırkım, F. (2014). The marine arthropods of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 765-831.
- Bektaş, A. (2017). *Gökçeada (Kuzey Ege denizi) çevresinde yaşayan sarpa [Sarpa salpa (Linnaeus, 1758)] balığı populasyonunun biyolojik özelliklerinin incelenmesi*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Bianchi, C.N., & Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, problems and prospects for future research. *Marine Pollution Bulletin*, 40(5), 367-376.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B., & Çiçek, E. (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 901-929.
- Bodilis, P., Louisy, P., Draman, M., Arceo, H.O., & Francour, P., (2014). Can citizen science survey non-indigenous fish species in the eastern Mediterranean Sea?, *Environmental management*, 53(1), 172-180.
- Brennan, M.L., Ballard, R.D., Roman, C., Bell, K.L.C., Buxton, B., Coleman, D.F., Inglis, G., Köyağasıoğlu, O., & Turanlı, T. (2011). Evaluation of the modern submarine landscape off southwestern Turkey through the documentation of ancient shipwreck sites. *Continental Shelf Research*, 43, 55-70.
- Brennan, M.L., Davis, D., Ballard, R.D., Trembenis, A.C., Vaughn, J.I., Krumholz, J.S., Delgado, J.P., Romon, C.N., Smart, C., Bell, K.L.C., Duman, M., & DuVal, C. (2016). Quantification of bottom trawl fishing damage to ancient shipwreck sites. *Marine Geology*, 371, 82-88.
- Bulleri, F., & Airoldi, L. (2005). Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, in the North Adriatic Sea, *Journal of Applied Ecology*, 42(6), 1063-1072.
- Cengiz, Ö., İşmen, A., Özekinci, U., & Öztekin, A. (2011). Saroz Körfezi (Kuzey Ege Denizi) balık faunası üzerine bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(011003), 31-37.
- Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., & Pauly, D. (Eds). (2008) Modelling present and climate-shifted distribution of marine fishes and invertebrates. University of British Columbia, Fisheries Centre Research Report, 16(3), Vancouver.
- Cochrane, S.K.J., Andersen, J.H., Berg, T., Blanchet, H., Borja, A., Carstensen, J., Elliott, M., Hummel, H., Niquil, N., & Renaud, P.E. (2016). What is marine biodiversity? Towards common concepts and their implications for assessing biodiversity status. *Frontiers in Marine Science*, 3, 248.
- Çoker, T., & Akyol, O. (2018). Saroz Körfezi ve Gökçeada (Kuzey Ege Denizi) balık tür çeşitliliği üzerine bir değerlendirme. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 4(1), 81-92.
- Ejder, T., Kale, S., Acar, S., Hisar, O., & Mutlu, F. (2016a). Effects of climate change on annual streamflow of Kocabaş Stream (Çanakkale, Turkey). *Journal of Scientific Research and Reports*, 11(4), 1-11.
- Ejder, T., Kale, S., Acar, S., Hisar, O., & Mutlu, F. (2016b). Restricted effects of climate change on annual streamflow of Sarıçay stream (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 5(1), 7-11.
- Forcada, A., Valle, C., Bonhomme, P., Criquet, G., Cadiou, G., Lenfant, P., & Sanchez-Lizaso, J.L. (2009). Effects of habitat spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series*, 379, 197-211.
- Francour, P., Boudouresque, C.F., Harmelin, J.G., Harmelin-Vivien, M.L., & Quignard, J.P. (1994). Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin*, 28(9), 523-526.

- Fricke, R., Eschmeyer, W.N., & Van der Laan, R. (eds) (2020). Eschmeyer's catalog of fishes: Genera, species, references. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 17 Jan 2020.
- Genzano, G., Giberto, D., & Bremec, C. (2011). Benthic survey of natural and artificial reefs off Mar del Plata, Argentina, southwestern Atlantic. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 39(3), 553-566.
- Göntülal, O. (2008). Gökçeada Kıyı Balıkçılığına Genel Bir Bakış. *Gökçeada Değerleri Sempozyumu*, Gökçeada, Çanakkale, Türkiye. ss. 151-133.
- Gücü, A.C., & Erkan, F. (2005). A holistic approach for the conservation of the Mediterranean monk seal on the Cilician coast of Turkey. *Proceedings of the INOC International Workshop on Marine and Coastal Protected Areas*, 23-25.
- Gül, B., Lök, A., Ulaş, A., & Düzbastılar, F.O. (2006). The investigation on fish composition at artificial reefs deployed on different substrates off Ürkmez Coast. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (1-3), 431-434.
- Gül, B., Lök, A., Özgül, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., & Metin, C. (2011). Comparison of fish community structure on artificial reefs deployed at different depths on Turkish Aegean Sea coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59, 27-32.
- Harmelin-Vivien, M., Le Direach, L., Bayle-Sempere, J., Charbonnel, E., Garcia-Charton, J.A., Ody, D., Perez-Ruzafa, A., Renones, O., Sanchez-Jerez, P., & Valle, C. (2008). Gradients of abundance and biomass across reserve boundaries in six Mediterranean marine protected areas: Evidence of fish spillover?. *Biological Conservation*, 141, 1829-1839.
- Harmelin-Vivien, M.L., & Harmelin, J.G. (1975). Pre'sentation d'une me'thode d'e'valuation "in situ" de la fauna ichthyologique, *Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros*, 1, 47-52.
- Honario, P.P.F., Ramos, R.T.C., & Feitoza, B.M. (2010). Composition and structure of reef fish communities in Parabia State, North-eastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 77, 907-926.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S.I., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S., Schmid, B., Setälä, H., Symstad, A.J., Vandermeer, J., & Wardle, D.A. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3-35.
- Horasanlı, A. (2016). *Yıldız Koyu'nda (Gökçeada) bulunan balık topluluklarının dağılımlarının sualtı görsel sayım tekniği ile belirlenmesi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Jensen, A.C. (2002). Artificial reefs of Europe: Perspective and future. *ICES Journal of Marine Science*, 59, 3-13.
- Jimenez, C., Hadjioannou, L., Petrou, A., Andreou, V., & Georojou, A. (2016). Fouling communities of two accidental artificial reefs (modern shipwrecks) in Cyprus (Levantine Sea). *Water*, 9(1), 11.
- Kale, S. (2014). *Gökçeada sığ sularında bulunan Sparidae ailesine ait genç balık türlerinin dağılımlarının CBS ile modellenmesi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale.
- Kale, S. (2017a) Climatic trends in the temperature of Çanakkale city, Turkey. *Natural and Engineering Sciences*, 2(3), 14-27.
- Kale, S. (2017b) Analysis of climatic trends in evaporation for Çanakkale (Turkey). *Middle East Journal of Science*, 3(2), 69-82.
- Kale, S., & Acarlı, D. (2019a). Spatial and temporal change monitoring in water surface area of Atikhisar Reservoir (Çanakkale, Turkey) by using remote sensing and geographic information system techniques. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(1), 47-56.
- Kale, S., & Acarlı, D. (2019b). Shoreline change monitoring in Atikhisar Reservoir by using remote sensing and geographic information system (GIS). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 4329-4339.
- Kale, S., & Sönmez, A. Y. (2018b). Trend analysis of streamflow of Akkaya Stream (Turkey). In Dadaşoğlu, F., Tozlu, E., Çığ, F. and Yıldırım, E (eds.). *Proceedings of the 1st International Conference on Food, Agriculture and Animal Sciences*, pp. 33-45. Antalya, Turkey.
- Kale, S., & Sönmez, A.Y. (2018a). Trend analysis of mean monthly, seasonally and annual streamflow of Daday Stream in Kastamonu, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 7(2), 60-67.
- Kale, S., & Sönmez, A.Y. (2019a). Trend analysis for annual streamflow of Ilgaz Stream (Turkey). In *Proceeding Book of the 2nd International Congress on Engineering and Life Science*, pp. 631-639.
- Kale, S., & Sönmez, A.Y. (2019b). Trend analysis for annual streamflow of Araç Stream (Turkey). In *Proceeding Book of the 2nd International Congress on Engineering and Life Science*, pp. 706-713.
- Kale, S., & Sönmez, A.Y. (2019c). Trend Analysis for Streamflow of Devrekani Stream (Turkey). *Review of Hydrobiology*, 12(1-2), 23-37.
- Kale, S., Altın, A., Ayyıldız, H., Özen, Ö. (2014a). Modeling the spatial distribution of juvenile striped sea bream (*Lithognathus mormyrus* Linnaeus, 1758) in relation to habitat structure in the shallow waters of

- Gökçeada using GIS. In Proceedings of the *International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, (pp 126). Trabzon, Turkey.
- Kale, S., Altin, A., Ayyildiz, H., Özen, Ö.(2014b). Modeling the habitat structure in the shallow waters of Gökçeada using GIS. In Proceedings of *the International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, (pp 391). Trabzon, Turkey.
- Kale, S., Altin, A., Ayyildiz, H., Özen, Ö.(2014c). Modeling the spatial distribution of juvenile annular sea bream (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) in relation to habitat structure in the shallow waters of Gökçeada using GIS. In Proceedings of *the International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences: FABA 2014*, (pp 392). Trabzon, Turkey.
- Kale, S., Altin, A., Ayyildiz, H., Özen, Ö.(2015a). Spatial distribution modelling of juvenile common pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) in relation to habitat in the shallow waters of Gökçeada using GIS. In Proceedings of *the 7th International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2015)*, (pp 672-680). Kavala, Greece.
- Kale, S., Altin, A., Ayyildiz, H., Özen, Ö.(2015b). Spatial distribution and GIS modelling of juvenile garfish (*Belone belone*, Linnaeus, 1761) with regard to habitat in the shallow waters of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea, Turkey). In Proceedings of *the Turkish-Japanese Marine Forum-III International Workshop on Recent Developments in Marine & Environmental Sciences, Sustainable Utilization of Water Resources*, (pp 17). Çanakkale, Turkey.
- Kale, S., Ejder, T., Hisar, O., & Mutlu, F. (2016a). Climate change impacts on streamflow of Karamenderes River (Çanakkale, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 5(2), 1-6.
- Kale, S., Ejder, T., Hisar, O., & Mutlu, F. (2016b). Effect of climate change on annual streamflow of Bakırçay River. *Adıyaman University Journal of Science*, 6(2), 156-176.
- Kale, S., Hisar, O., Sönmez, A.Y., Mutlu, F., & Filho, W.L. (2018) An assessment of the effects of climate change on annual streamflow in rivers in western Turkey. *International Journal of Global Warming*, 15(2), 190-211.
- Karakulak, F.S., Erk, H., & Bilgin, B. (2006). Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 274-278.
- Keskin, Ç. (1996). *Gökçeada civarı ihtiyofaunası'nın çeşitlilik ve verimlilik yönünden araştırılması*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Keskin, Ç. (2004). Composition of species and biomass of coastal fish around Gökçeada Island (NE Aegean Sea). *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 10, 187-200.
- Keskin, Ç., & Oral, M. (2007). A preliminary study on the fish community structure around Gökçeada Island, North Aegean Sea, Turkey. 38th CIESM (International Mediterranean Science Commusion) Congress, İstanbul, Turkey. *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 38, 517.
- Keskin, Ç., & Ünsal, N. (1998). The fish fauna of Gökçeada Island, NE Aegean Sea, Turkey. *Italian Journal of Zoology*, 65, 299-302.
- Kocabaş, S., & Acarlı, D. (2019). First observation of loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) around the shipwreck used as an artificial reef in the coasts of Gokceada Island, North Aegean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2), 36-39.
- Krumholz, J.S., & Brennan, M.L. (2015). Fishing for common ground: Investigations of the impact of trawling on ancient shipwreck sites uncovers a potential for management synergy. *Marine Policy*, 31, 127-133.
- Lök, A., & Özgül, A. (2010). Fish assemblages around fish aggregation devices in Aegean Sea coast of Turkey. *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 39, 573.
- Lök, A., Gül, B., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., & Metin, C. (2008). Diel variations on the fish assemblages at artificial reefs in two different environments of the Aegean Sea (Western coast of Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 79-85.
- Lok, A., Gül, B., Ulaş, A., Metin, C., Düzbastılar, O., Çakaloz, A., & Özgül, A. (2007). Determination of fish compositions at artificial reefs deployed three different depths (20, 30 and 40m) in Aegean Sea coast of Turkey: Preliminary results. *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 38, 531.
- Lök, A., Metin, C., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., & Tokaç, A. (2002). Artificial reefs in Turkey, *ICES Journal of Marine Science*, 59, 192-195.
- Molloy, P.P., McLean, I.B., & Cote, I.M. (2009). Effects of marine reserve age on fish populations: a global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 46(4), 743-751.
- Morri C., & Bianchi, C.N. (2001). *Recent changes in biodiversity in the Ligurian Sea (NW Mediterranean): Is there a climatic forcing?*. In: Faranda, F.M., Guglielmo, L., Spezie, G. (eds) *Mediterranean Ecosystems*. Springer, Milano.

- Özalp, H.B. (2009). *Çanakkale Boğazı Çanakkale sualtı ve can kurtarma spor kulübü sualtı istasyonuna bırakılan fiberglas, ahşap, lastik, demir ve seramik malzemelerin cezbediği balık türlerinin incelenmesi*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Özgül, A., & Lök, A. (2017). Artificial reef studies in Turkey. In: Erkanal, H., Şahoğlu, V., Tuğcu, İ. (Eds.), *Proceedings of the 20th Annual Meeting of Underwater Science and Technology*, İzmir, Turkey. Bilgin Kültür Sanat Yayınları, Ankara, Turkey
- Öztürk, B., Doğan, A., Bitlis-Bakır, B., & Salman, A. (2014). Marine molluscs of the Turkish coasts: an updated checklist. *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 832-879.
- Roessig, J.M., Woodley, C.M., Cech, J.J., & Hansen, L.J. (2004) Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14, 251-275.
- Sakinan, S., & Gucu, A.C., (2010). Selection of the priority areas on the west coasts of Mersin using GIS to assess a marine conservation planning. *Rapports et procès-verbaux des réunions Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 39, 793.
- Sala, E., Kizilkaya, Z., Yildirim, D., & Ballesteros, E. (2011). Alien marine fishes deplete algal biomass in the eastern Mediterranean. *PLoS One*, 6(2), e17356.
- Sala, O.E., Chapin, F.S.3rd., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., & Wall, D.H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1779-1774.
- Simon, T., Pinheiro, H.T., & Joyeux, J.C. (2010). Target fishes on artificial reefs: Evidences of impacts over nearby natural environments. *Science of the Total Environment*, 409, 4579- 4584.
- Sönmez, A. Y., & Kale, S. (2020) Climate change effects on annual streamflow of Filyos River (Turkey). *Journal of Water and Climate Change*, (In press), doi:10.2166/wcc.2018.060
- Stachowicz, J.J., Bruno, J.F., & Duffy, E. (2002). Understanding the effects of marine biodiversity on communities and ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 38, 739-766.
- Stephan, C.D., & Lindquist, D.G. (1989). A comparative analysis of the fish assemblages associated with old and new shipwrecks and fish aggregating devices in Onslow Bay, North Carolina. *Bulletin of Marine Science*, 44(2), 698-717.
- Türetken, K.F. (2009). *Gökçeada civarı (Kuzey Ege Denizi) derin deniz balıklarının nitel-nicel özellikleri*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., Lök, A., & Metin, C. (2007). A pre-study for determining of efficiency of fish sampling methods on artificial reefs. *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 24 (3-4), 287-293.
- Ulaş, A., Lök, A., Düzbastılar, F.O., Özgül, A., & Metin, C. (2011). A new artificial reef design for octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) in the Aegean Sea and preliminary results. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59, 21-25.
- Walker, S., Schlacher, T., & Schlacher-Hoenlinger, M. (2007). Spatial heterogeneity of epibenthos on artificial reefs: fouling communities in the early stages of colonization on an East Australian shipwreck. *Marine Ecology*, 28(4), 435-445.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowicz, J.J., & Watson, R. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314, 787-790.
- Yıldız, T., Gönülal, O., & Karakulak, S. (2012). Gökçeada (Ege Denizi) kıyı balıkçılığında kullanılan av araçları ve teknik özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 27, 1-25.

Population Composition, Growth and Fisheries of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 in Antalya Gulf, Mediterranean Sea, Turkey

Mehmet Rüştü ÖZEN*^{ORCID}, Osman ÇETİNKAYA^{ORCID}

Isparta University of Applied Sciences, Eğirdir Fisheries Faculty, 32260, Isparta, TURKEY

* Corresponding Author: mrustuozen@gmail.com.tr

Research Article

Received 28 January 2020; Accepted 16 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Özen, M.R., & Çetinkaya, O. (2020). Population composition, growth and fisheries of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 in Antalya Gulf, Mediterranean Sea, Turkey *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 330-337. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.681309>

Abstract

Most of the species migrating to the Mediterranean Sea as a result of the Lessepsian migration have been forming a sustainable population. In this study, population composition, growth, and fisheries of *Nemipterus randalli* Russell, 1986, an Indo-Pacific fish and live in Antalya Gulf, North-East Mediterranean Sea, were analyzed. The monthly samples were collected (N = 1715) by using experimental bottom trawl. The fish size ranges between 3.9 and 23.8 cm in total length, 0.73 and 171.78 g in weight, males are larger than females, and the length-weight relation was estimated as $W = 0.0173 \times TL^{2.8584}$. The male and female ratio was calculated as 1:1.402, females are predominant in the population. The average condition factor fluctuated seasonally and ranged between 1.089 and 1.346. Five age groups were identified in the population; Von Bertalanffy Growth Equation was estimated as $L_t = 32.56 [1 - e^{-0.20(t+1.75)}]$. The size, sex, and age composition show that it established a sustainable population in Antalya Gulf, grows well, reproduce and to be an item of bottom trawl fisheries, and sold in small percentages.

Keywords: Randall's threadfin bream, population composition, growth, fisheries, Antalya Gulf.

Antalya Körfezi (Türkiye, Akdeniz) *Nemipterus randalli* Russell, 1986 Poulasyonunun Kompozisyonu, Büyümesi ve Balıkçılığı

Özet

Lessepsiyen göçü sonucu Akdeniz'e göç eden türlerin çoğu sürdürülebilir bir popülasyon oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Kuzey-Doğu Akdeniz'in Antalya Körfezi'nde yaşayan ve Hint-Pasifik balıklarından *Nemipterus randalli* Russell, 1986 popülasyon kompozisyonu, büyümesi ve balıkçılığı incelenmiştir. İncelenen örnekler (n = 1715) dip trolü ile, aylık olarak toplanmıştır. Yakalanan balıkların boyları (TL); 3,9-23,8 cm, Ağırlıkları ise (TW); 0,73-171,78 g arasında değişmektedir. Erkeklerin, dişilerden daha büyük olduğu görülmüştür. Boy-ağırlık ilişkisi $W = 0,0173 \times TL^{2,8584}$ olarak hesaplanmıştır. 1: 1,402, dişiler oransal olarak popülasyonda daha baskındır. Ortalama kondiyon faktörü mevsimsel olarak 1,089-1,346 arasında dalgalanma göstermiştir. Popülasyonda beş yaş grubu tespit edilmiştir. Von Bertalanffy Büyüme Eşitliği $L_t = 32,56 [1 - e^{-0,20(t+1,75)}]$ olarak hesaplanmıştır. Büyüklük, cinsiyet ve yaş kompozisyonlarına bakıldığında türün Antalya Körfezi'nde sürdürülebilir bir popülasyon oluşturduğu, iyi büyüdüğü ve ürediği; düşük oranlarda dip trol balıkçılığı tarafından avlandığı ve pazarlandığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Telkuyruk mercan , popülasyon kompozisyonu, büyüme, balıkçılık, Antalya Körfezi

INTRODUCTION

The settlement of Indo-pacific and Red sea species to the Mediterranean Sea, known as the Lessepsian migration, is a process that began after the opening of the Suez Canal in 1869 and continues today (Por, 1978; Lelli et al., 2008). One of the Lessepsian fish species, Randall's threadfin bream (RTB) *Nemipterus randalli* Russell, 1986 was reported the first time mistakenly as *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in East Mediterranean (Golani and Sonin, 2006). RTB is widespread in the western Indian Ocean, east and west coast of India, Pakistan, Iranian Gulf, the Red Sea including Aqaba and Aden Gulfs, east African coast, Seychelles and Madagascar in sandy or muddy bottoms at depths of 22-225 m (Russell, 1986; Lelli et al., 2008; Kalhor et al., 2017). Threadfin breams are an important component of commercial and artisanal fisheries in the Indo-West Pacific region. They are caught mainly by bottom trawl or by hang-line, and other fishing methods are used occasionally

(Russell, 1990). In their native ranges, threadfin breams are usually taken in multispecies catches (3 or more species) so there are no separate landings statistics. Among the threadfin breams, RTB is the most abundant species contributing over 60% of threadfin bream landings of the Kerala, India (Sobhana *et al.*, 2011). Based on demersal trawl fisheries samples, population dynamics, growth, mortality, and yield of RTB were investigated in its natural range (Murty, 1982; Russell, 1986; Russell, 1990; Al-Kiyumi *et al.*, 2014; Kalhor *et al.*, 2017). This species is first reported by Bilecenoğlu and Russell (2008) in Iskenderun Gulf of the Turkish coast of the North-Eastern Mediterranean (NEM). The species started to see in the Antalya Gulf (Gökoğlu *et al.*, 2009; Özvarol, 2014). Ergüden *et al.*, 2009; Ergüden *et al.*, (2010) studied length-weight relationships, age, and growth characteristics of Iskenderun Gulf's *N.randalli*. Length-weight relationships and some other growth characteristics were studied also in south eastern Mediterranean sea (Edelist, 2014), Antalya Gulf (Özvarol, 2014) in Gökova Bay (Ateş *et al.*, 2017; Uyan *et al.*, 2019) The age and growth were investigated by Innal *et al.* (2015) on market samples taken from Antalya Gulf by trawl catch.

In recent years, the marine biodiversity of the Mediterranean has gone through a rapid change. Mediterranean coasts of southern Turkey are affected by this change. The biodiversity change of the Mediterranean has been enhanced especially with the entrance of Indo Pacific originated alien species (Öztürk, 2010; Ergüden *et al.*, 2018). Two Nemipterid species are started to exploit by fishermen and created a new market in the area. Fisheries status of them classified as commercial (*N. japonicus*) and minor commercial (*N. randalli*) in the Mediterranean (Öztürk, 2010). The alien species (e.g. *N. randalli*) might have negative, in some cases fisheries point of view positive, effects on biodiversity and fisheries on new settlement area. Their population dynamics, effects on native biota, and future development should be monitored and evaluated for ecosystem and fisheries management. In this study, it is aimed to collect and evaluate information on population composition, growth, and fisheries aspects of new established *N. randalli* population in Antalya Gulf.

MATERIALS and METHODS

The experimental trawl samples were taken from Antalya Gulf in the project of "Histological examination of gonadal development and reproductive characteristics of Lessepsian fish *N. randalli* entered into Antalya Gulf". The monthly samplings were undertaken December 2013 - October 2015 with Akdeniz Su R/V between Lara and Side Deniz Feneri (36°41' N, 31°22' E; 36°41' N, 30°56' E) in Antalya Gulf. The 9 mm code ended bottom trawl was used in catch operation conducted in depths of 25-55 m. After trawl operation, the caught sorted and *N. randalli* specimens separated, transferred in cool condition to Laboratory for measurement. Total lengths (TL), fork lengths (FL), and standard lengths (SL) were measured near to 0.1 cm, weights to 0.1 g. All calculations and considerations were made on TL. Sex determination was made the morphological observation of the gonads with the eye, a granular structure, and larger gonads were considered female and the individuals with small gonads in the flat structure were males. Age group determined by Bhattacharya methods from length frequencies using FISAT software (Gayanilo *et al.*, 1995) and Condition Factor calculated as $CF = (W(g)/TL^3(cm)) \times 100$. Length-weight relationship (LWR), von Bertalanffy growth equation (VBGE), and length conversion formulas were estimated by regression procedures by Excel and SPSS v.17 (Avşar, 2005; Çetinkaya *et al.*, 2010).

RESULT and DISCUSSION

Size composition

A total of 1715 specimens was taken from trawl operations. To be able to compare with the results of the studies using different size measurements length transformation equations were estimated by using convenient samples that represent all size groups (n = 601).

$FL = 1.0746 \times SL + 1.6663$ ($r^2 = 0.998$); $TL = 1.1275 \times FL - 1.1328$ ($r^2 = 0.9972$); $TL = 1.2125 \times SL + 0.6685$ ($r^2 = 0.9967$). Variation coefficients (VC) of mean length values are very close to each other (VC %) 39.12 for SL; 38.48 for FL; 38.94 for TL. All length values can also be used safely. The most characteristic feature of the species is that the upper lobe of the caudal fin has an extension of the whip-shaped (threadfin). This extension may be either broken naturally or by fishing operation so it should be excluded from TL measurement. The TL of *N. randalli* was found between 3.9 and 23.8 cm and the weight range were found as 0.73 and 171.78 g in the study. The TL frequency of all individuals is given in Figure 1.

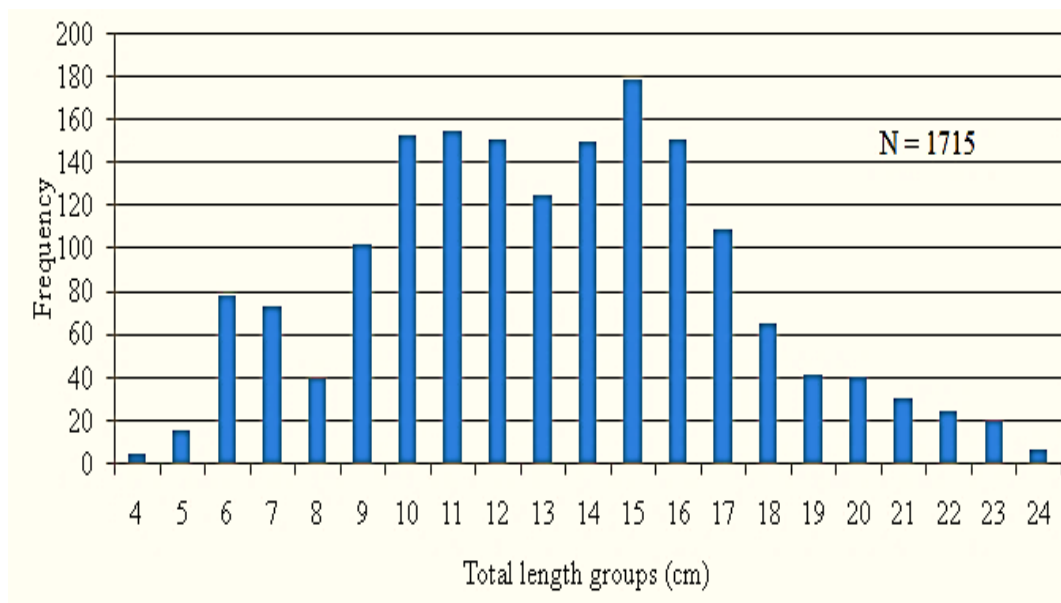


Figure 1. Total length frequency of *N. randalli*, Antalya Gulf.

The males of the Antalya RTB population have a larger size than females ($p < 0.01$). The size difference between sexes also found in some Nemipterid (e.g. *N. mesoprion*, *N. japonicus*) (Russell, 1990; Raje 1996). No individual was found longer than 23.9 cm in Antalya Gulf similar to Innal et al., (2015). TL varied between 4.8 and 21.5 cm, weights from 1.10 to 138.36 g. in İskenderun Gulf (Ergüden et al., 2010). The size composition of RTB in Gökova Bay was found between 10.8 and 21.9 cm on trammel net samples (Uyan et al., 2019). Antalya Gulf's RTB has similar size composition as the natural range's populations and İskenderun Gulf's. TL distribution of the 1386 *N. randalli* obtained from commercial trawl boats on the coasts of Kakinada, East India ranged between 3.2 and 21.5 cm (Murty, 1982). Following size, ranges were reported as 4-22.2 cm and weight as 1.5-150 g in the Arabian Sea off Oman (Al-Kiyumi et al., 2014), maximum TL 25 cm weight 251 g in Pakistani waters of Northern Arabian Sea (Kalhor et al., 2017).

Sex composition, male and female (M: F) ratio

During this study 425 male (24.8%); 609 female (35.5%) and 681 juveniles and unsexed (39.7%) were identified ($N = 1715$). M: F ratio was calculated as 1:1.402. Females are dominant ($p < 0.05$). While females were dominant in January - March, and November - December in 2014, and April - August 2015 ($p < 0.05$), males were found dominant only in September 2014 sampling ($p < 0.05$). In other sampling months M: F ratio was found statistically insignificant ($p > 0.05$). The size differences between males and females affect also the sex ratio of the population. If small individuals are dominant in the sample, females dominate, in the presence of large individuals M: F ratio develops in favour of males. Gear selection of commercial fishing takes larger individuals (males) and leave smaller (females) in population. This selectivity enhances the biological potential of the population and changes M: F ratio in favour of females. The males were found as 43%, females 48.0%, juveniles as 11%, and M: F ratio as 1:1.111 ($p > 0.5$) in RTB population of Antalya Gulf (Innal et al., 2015). Some differences are depending on the sampling equipment (experimental and commercial trawls) and the sampling months and consequently the emergence activities (only from reproduction to free time for all years). These differences can be caused also that the species started to form a new sustainable population in Antalya Gulf, and the low population density and better growth.

In the Veraval Region of India, the M: F ratio was reported to be 2.57: 1 (Raje, 1996). In both the Veraval region and Waltair Beach, male individuals seem to be more dominant (Raje, 1996; Appa Rao, 1989). Due to the gathering of male and female fish in the same location in September; M: F ratio was found 1:1. According to Lelli et al. (2008), Eastern Mediterranean found the sex ratio ($F/M + FSR = 0.53$) in the 30 *N. randalli* that they had sampled from the coast of Lebanon. It is close to a 1:1 ratio, but it hardly represents the population as the number of samples ($n = 30$) remains very small. In the same population, sex ratios change by time, place, and sampling techniques. Many Nemipterid

fishes show size-related differences in sex ratios, with small fishes being mainly females and larger fish males. The size-related skew appears the ratio in sex to be due to higher growth rates in males (Russell, 1990).

Lengths-weight relationships

Lengths-weight relationships (LWR) estimated as $W = 0.0173 \times TL^{2.8584}$ for pooled samples. There was no significant difference between sexes. The coefficient b (2.8584) mainly is below 3.000 in monthly samples and decreases to 2.500 - 2.600 in females after reproduction. The population has negative allometric growth.

LWR was found as $W = 0.0105 \times TL^{3.0426}$ (Innal et al., 2015) in Antalya Gulf as $W = 0.0011 \times TL^{3.061}$ in İskenderun Gulf (Ergüden et al., 2010), $W = 0.171 \times TL^{2.92}$ in Gökova Bay (Uyan et al., 2019) and $W = 0.0135 \times TL^{3.0642}$ (Al-Kiyumi et al., 2014) on the Arabian Sea coast of Oman; $W = 0.0101 \times TL^{3.08}$ in the east Mediterranean (Edelist, 2014). These LWR's are representing isometric growth, but samples were taken commercial trawls and long lines (i.e. no adequate small fish represented). Seemingly, the difference can be attributed to the sample composition since those samples sorted by fishermen and with a good condition; well-grown individuals are landed and sold.

Condition factor

The monthly averages of condition factor (CF) ranged between 1.089 and 1.346 (n = 1715), there was no statistically significant difference CF among male, female and juvenile in most sampling months ($p > 0.05$). The differences were significant ($p < 0.05$) in favour of females in May 2014 and 2015 samples. Females have higher CF values due to speed gonad development and onset to spawning activity. While CF was determined highest in May 2014 and 2015 (two years' avg. 1.333), there was a decrease in August (1.177) following egg-laying and in December (1.155) likely due to winter condition. CF changes are mainly due to gonadal development and egg-laying, and more pronounced in females. In the Veraval (Gujarat) region of India (Raje, 1996), females had the highest levels of CF in April and the values decreased after the spawning (Figure 2). The study area has subtropical climatic conditions and monsoon rains are effective.

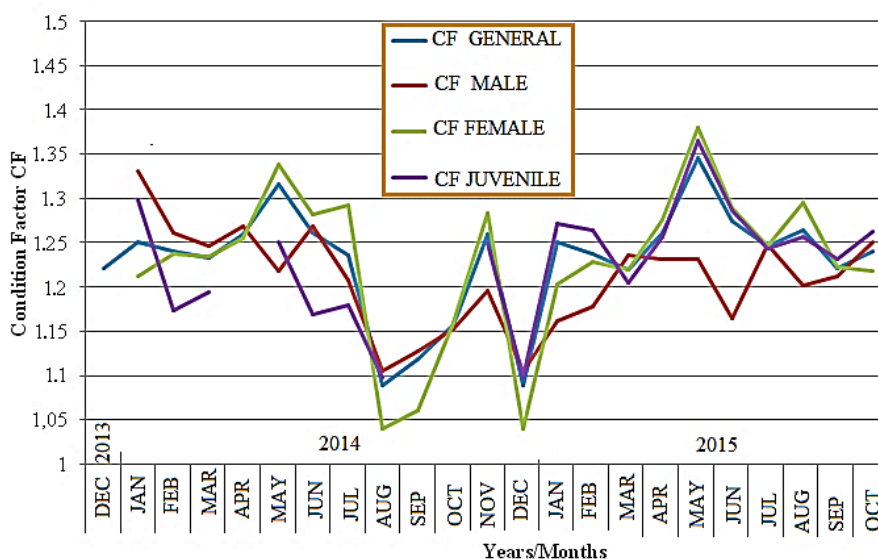


Figure 2. Condition factor of *N. randalli* population in the Antalya Gulf.

Age and growth

By applying modal progression analysis on monthly length distribution frequencies of 1715 individuals, there are 5 age groups identified as 0+, I+, II+, III+ and IV+. The average TL of each age group is given in Table 1. VBGE was estimated as $L_t = 32.56 \times [1 - e^{-0.20(t+1.75)}]$ (Figure 3).

Table 1. Age groups and corresponding mean TL of *N.randalli* population, Gulf of Antalya.

Sampling months	Years	0+Age	I+ Age	II+ Age	III+ Age	IV+ Age	
December	2013		13.65	19.5	21.5		
January		8.77	12.7	16.93	21.5		
February		11.86	15.19	16.5	21.5		
March		12.34	15.5	20.5			
April			14.15	17.84	22.83		
May		11.28	15.13	19.79			
June		2014	10.5	14.42	15.5	20.92	
July			14.26	16.5	18.5	20.5	
August			13.85	15.84	17.5	22	
September				16.6	19.61		
October				15.61	17.5	21.86	
November				15.34	19.17		
December	6.11	11.84	14.5				
January	2015	6.82	10.39	14.68	16.5	21.83	
February		9.91	13.64				
March		11.85	16.02	20			
April		7.7	12.5	14.5	16.5		
May		8.54	14.36	16.5	23.17		
June		9.64	14.94	18.5			
July		10.22	14.51	20.5			
August			11.51	15.35			
September			12.1	14.42	17.87	23	
October			14.19	16.48	19.15		
Mean TL(cm)			10.24333	14.2013	17.46682	20.44615	22.415

Innal et al. (2015) reported maximum age as III+ in females and IV+ in males, and VBGE as $L_t = 33.15 \times [1 - e^{-0.218(t+0.215)}]$ in Antalya Gulf. Maximum age was III+ for both sexes and VBGE parameters are $L = 34.96$ cm $K = 0.214$ y^{-1} in İskenderun Gulf (Ergüden et al., 2010), $L_t = 27.57 \times [1 - e^{-0.183(t+288)}]$ in Gökova Bay (Uyan et al., 2019).

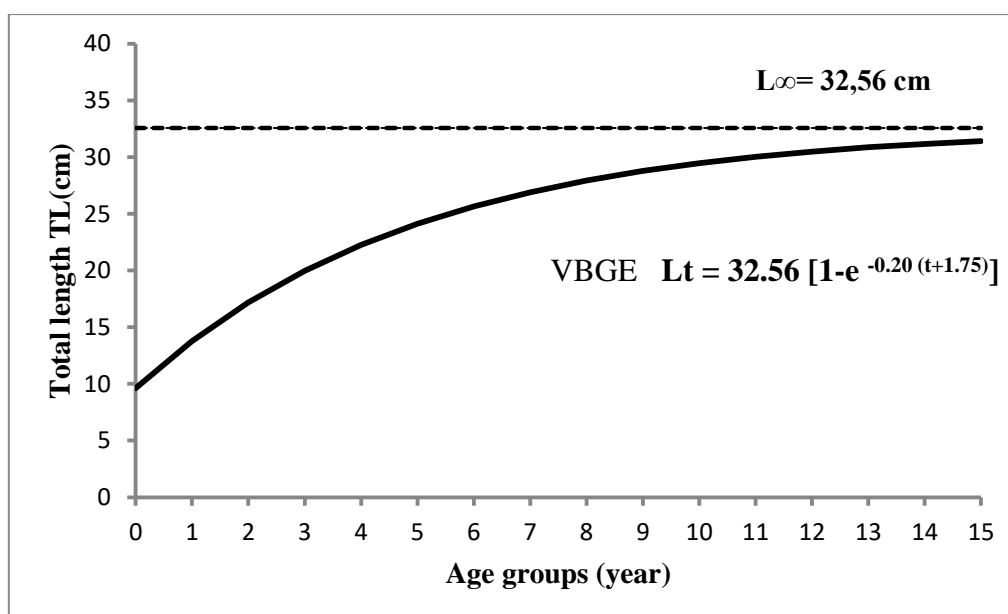


Figure 3. Von Bertalanffy growth equation of *N. randalli* population in Antalya Gulf.

In natural range, in coasts of Kakinada, India VBGE of *N. randalli* (as *N. mesoprion*) was determined as $L_t = 21.9 \times [1 - e^{-0.8325(t-0.2562)}]$ (Murty, 1982).

The maximum age for both sexes reported as II+ and VBGE parameters as $L_\infty = 22.12$ cm $K = 0.64$ y^{-1} in the Arabian Sea off Oman (Al-Kiyumi et al., 2014). *N. randalli* has a smaller size ($L_\infty = 21.9$ and 22.12 cm) and a shorter life span (II+ age). But it grows quickly ($K = 0.64$ y^{-1}) and attains to asymptotic length (22.12 cm) in shorter time in the Arabian Sea off Oman comparing to Antalya and İskenderun Gulfs. The individuals in Antalya Gulf are growing quite well in the first year of life (0+) (40 – 50% of the current maximum length), followed by a slowdown in growth. The L_∞ is also close to the maximum TL in samples. The Nemipterus species do not live longer than 10 years and the life span of females is shorter. The life span depends on the environmental conditions, growth and fishing pressure on population (Murty, 1982; Raje, 1996; Naik, 2000). This species is newly settled in Antalya Gulf, population density is proportionally still low. Due to low density and convenient environmental conditions (salinity, feed, temperature, etc.), good growth is observed.

Present Fisheries of *N. randalli*

N. randalli has recently established populations in the Turkish Mediterranean coast and started to exploit by commercial fishing, there is no minimum catch size limitation yet. The sold fish in markets are 15-24 cm (TL) (ca. 30-150 g) in size. All Turkish seas, closed fishing period is between 15 April and 1 September. This is convenient for *N. randalli*'s reproduction period. Length range of *N. randalli* in the fishery of Kerala, India was 5 to 29 cm TL, annual mean size being 13.56 cm TL with 2 modes at 8.5 cm and 11.5 cm. During the first and last quarters of the year, immature fishes dominated the fishery. Mature fishes were dominant from June to October. Trawl banned period is July (Sobhana et al., 2011).

In the trawling area of Antalya Gulf, the number of trawled specimens at a depth of 25-55 m was found to be relatively low (< 1% in all operation). This is probably related to being established newly of the population (ca. 8 - 10 years) of *N. randalli* in the Gulf. In the Turkish Mediterranean coast waters, the abundance of individuals is very low yet (Ergüden et al., 2010). According to Lelli et al., (2008) reported that the small and immature individuals sampling on the Lebanese (Tire) shores is evidence of mature stock in this region that reproduce and participation to stock took place. A new *N. randalli* population has emerged in the Eastern Mediterranean and will be an important species in the future for regional fishing. *N. randalli*, even at low amounts, is being fished by trawlers during the fishing period (01 September-15 April). In the Antalya fish market, it is sold under the names of "kaya mercanı" (rock bream), "telkuyruk mercan" (threadfin bream), and "mercan" (sea bream) and consumed as fresh. The catch amount record cannot be obtained yet. *N. randalli* is dominant in its natural spreading areas (India, North Arabian Sea, Persian Gulf), and is being trawled demersal fishing areas with other Nemipterus species (Murty, 1982; Raje, 1986; Kalhor et al., 2017). There is also reported intense fishing pressure on juvenile individuals at some points (Sobhana et al., 2011). In the Veraval (Gujarat) region of India, Nemipterus species constitute a significant portion of demersal fish stocks. *N. randalli* (as *N. mesoprion*) was the second among the Nemipterus species caught in the region by a rate of 16% between 1982 and 1986 (Raje, 1996). The commercial trawl catches of RTB reached to 14,7% in some east Mediterranean fishing area (Edelist, 2014)

As a result; the population composition, M: F ratio, length-weight relationships of Antalya Gulf RTB is similar to the natural distribution area. However, age and growth characteristics and possibly reproduction patterns are different. *N. randalli* lives longer in the Mediterranean and reaches a higher asymptotic length (VBGE, L_∞). In native populations growth rate is higher (VBGE, K) and individuals have a shorter life span. It has remarkable fishery and moderate economic value in its native distribution range.

The RTB shows that environmental adaptation from East to West or further north to the Mediterranean (Gülşahin and Kara, 2013) is not difficult for species. Lessepsian aliens are more successful in the shallower part. Por (1978) considers that temperature is the most important and single factor for the colonization success of the Lessepsian migrants and their success in the intermediate layers at about 20-40 m is attributed to the relatively higher and stable temperature at this is a bath. While RTBs continue to spread through the Suez Canal and the Mediterranean, it seems impossible to stop the passage of the Lessepsian alien species (Öztürk, 2010). RTB is an exotic species in Antalya Gulf. It will be interested because of its ecological interactions (biodiversity issues, competition with other native and exotics, etc.) since it could adapt the habitat, grow successfully in the Turkish

Mediterranean coasts. On the other hand, it has the chance to exploit by fisheries, marketing, and consumption. It should be considered an economic fish stock also. It is necessary to carry out further research on stock assessment, feeding, competition, habitat sharing, fishing activity, and yield.

Acknowledgments: This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of TURKEY; TÜBİTAK (Project Number; 113O374). We thank TÜBİTAK for scientific and financial support. We also thank the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Fisheries for sampling permission in the area. We would like to thank Süleyman Demirel and Akdeniz Universities for research vessel support and laboratory usages.

REFERENCES

- Al-Kiyumi, F., Mehanna, S., & Al-Bulush, N. (2014). Growth, mortality, and yield per recruit of Randall's threadfin bream *Nemipterus randalli* (Russell 1986) from the Arabian Sea off Oman. *Thalassas*, 30(1), 67-73. ISSN 0212-5919
- Appa Rao T. (1989). The fishery of Threadfin breams at Waltair with notes on some aspects of the biology of *Nemipterus mesoprion* (Bleeker). *Journal of the Marine Biological Association of India*, 31(12), 103-109. ISSN - 0025-3146
- Ateş, C., Cerim, H., & H. Celik, M. (2017). Length-weight relationships of commercial indigenous and Lessepsian fishes in Gökova Bay, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 58 (1), 43-47
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği*. Adana, Turkey, Nobel Kitabevi. 332 pp.
- Bilecenoğlu, M., & Russell, B. (2008). Record of *Nemipterus randalli* Russell, 1986. (Nemipteridae) from İskenderun Gulf, Turkey. *Cybium*, 32(3), 279-280. ISSN: 0399-0974
- Çetinkaya, O., Şen, F., & Elp, M. (2010). *Balıklarda Büyüme ve Büyüme Analizleri* (pp. 93-120). In Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri M. Karataş (Ed.), 2nd Ed. Ankara, Turkey, Nobel Kitabevi. 501 pp.
- Edelist, D. (2014). New length–weight relationships and L_{max} values for fishes from the Southeastern Mediterranean Sea *Journal of Applied Ichthyology*, 30 (3), 521-526
- Ergüden, D., Turan, C., & Gürlek, M. (2009). Weight-length relationship for 20 Lessepsian fish species caught by bottom trawl on the Coast of İskenderun Gulf (NE Mediterranean Sea, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 133–135.
- Ergüden, D., Turan, C., Gürlek, M., Yağlıoğlu, D., & Güngör, M. (2010). Age and growth of Randall's threadfin bream *Nemipterus randalli* (Russell, 1986), a recent Lessepsian migrant in İskenderun Gulf, north-eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 441-444.
- Ergüden, D., Gürlek, M., & Turan, C. (2018). Türkiye'nin Güney Kıyılarında Dağılım Gösteren Yabancı Balık (Hint Pasifik ve Atlantik Kökenli) Faunasındaki Yeni Gelişmeler. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6, 818-836.
- Gayanilo, J.F.C., Sparre, P., & Pauly, D. (1995). FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT) user's manual. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*, vol.8; 126 pp.
- Golani, D., & Sonin, O. (2006). The Japanese threadfin bream *Nemipterus japonicus*, a new Indo-Pacific fish in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 68, 940-943.
- Gökoğlu, M., Güven, O., Balcı, B.A., Çolak, H., & Golani, D. (2009). First records of *Nemichthys colopaceus* and *Nemipterus randalli* and second record of *Apterichthys caecus* from Antalya Gulf. *Marine Biodiversity Records*, 2, (e29), 1-3.
- Gülşahin, A., & Kara, A. (2013). Record of *Nemipterus randalli* Russell, 1986 from the southern Aegean Sea (Gökova Gulf, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 933–934.
- Innal, D., Aksu, M., Akdoğanbulut, D., Kisin, B., Ünal, M.C., Öztop, M., Doğangil, B., & Pek, E. (2015). Age and Growth of *Nemipterus randalli* from Antalya Gulf -Turkey. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(4), 299-303
- Kalhor, M.A., Tang, D.L., Ye, H.J., Morozov, E., Liu, Q., Memon, K.H., & Kalhor, M.T. (2017). Population dynamics of Randall's threadfin bream *Nemipterus randalli* from Pakistani waters, Northern Arabian Sea. *Indian Journal of Geo Marine Science*, 46(3), 551-561.
- Lelli, S., Colloca, F., Carpentieri, P., & Russell, B.C. (2008). The threadfin bream *Nemipterus randalli* (Perciformes: Nemipteridae) in the Eastern Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 73, 740-745.
- Murty, V.S.R. (1982). Observations on some aspects of biology of the threadfin bream *Nemipterus mesoprion* (Bleeker 1853) from Kakinada. *Indian Journal of Fisheries*, 28(1-2), 199-207.
- Naik, S.K. (2000). *Some Studies on the Biology of Nemipterid of Goa Cost*. (PhD. Thesis). Goa University, Department of Zoology. Goa, India.
- Öztürk, B. (2010). Status of alien species in the Black and Mediterranean Seas. *Studies and Reviews. GFCM No. 87*. Rome, FAO. 104 pp.

- Özvarol, Y. (2014). Length–weight relationships of 14 fish species from the Gulf of Antalya (northeastern Mediterranean Sea, Turkey) *Turkish Journal of Zoology*, 38, 342-346
- Por, F.D. (1978). *Lessepsian migration. The influx of Red Sea biota into Mediterranean by way of the Suez Canal*. Ecological Studies 23, Springer-Verlag, Berlin. 228 pp.
- Raje, S.G. (1996). Some observations on the biology of *Nemipterus mesoprion* (Bleeker) from Veraval (Gujarat). *Indian Journal of Fisheries*, 43(2), 163-170.
- Russell, B. C. (1986). Review of the western Indian Ocean species of *Nemipterus swainson* 1839, with description of a new species (Pisces: Nemipteridae). *Senckenbergiana Biology*, 67, 19-35.
- Russell, B.C. (1990). FAO Species Catalogue, Nemipterid Fishes of the World. (Threadfin breams, whiptail breams, monocle breams, dwarf monocle breams, and coral breams), Family Nemipteridae. An annotated and illustrated catalog of Nemipterid species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, 12, 125-149.
- Sobhana, K. S., Seetha, P. K., Mani, P. T., Dinesh Kumar, S., Najmudeen, T. M., Rekha, J. Nair, Abdussamad, E.M., & Zacharia, P.U. (2011). *Heavy exploitation of juvenile threadfin bream, Nemipterus randalli along the coast. Marine Fisheries Information Service*. TandE Ser.No. 210, 14-16 pp.
- Uyan, U., Filiz, H., Tarkan, A.S., Çelik, M., & Top., N. (2019). Age and growth of *Nemipterus randalli* in the southern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 25(2), 140-149

Diagnosis of *Photobacterium sanguinancrri* in Smooth-Hound Shark (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758)

Remziye Eda YARDIMCI* , Emre TURGAY , Süheyla KARATAŞ STEINUM 

İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, İstanbul

*Corresponding Author: etepecik@istanbul.edu.tr

Research Article

Received 30 January 2020; Accepted 06 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Yardımcı, R. E., Turgay, E., & Karataş Steinum, S. (2020). Diagnosis of *Photobacterium sanguinancrri* in Smooth-Hound Shark (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758), 16(3), 338-343. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.682155>

Abstract

This study aims to determine the cause of mortalities in smooth-hound sharks (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758) under stressful conditions from a marine aquarium in Turkey. Moribund smooth-hound sharks externally had haemorrhages on various body parts, especially the pectoral fins and certain areas of their skin. A pale liver and spleen pseudo-tubercles were the main pathological findings internally. For bacteriological examination, samples were taken from visceral organs and blood and streaked onto marine agar (MA) plates, which were incubated at 22°C for 72 hours. Gram-negative motile rods that displayed bipolar staining were isolated from several tissues, including the spleen, kidney, and liver. According to their morphological and biochemical characteristics as well as 16S rRNA gene sequencing, these isolates were identified as *Photobacterium sanguinancrri*. Therefore, it was concluded that photobacteriosis was responsible for this disease outbreak in aquarium-kept smooth-hound sharks. According to the literature survey, this study is the first report describing photobacteriosis caused by *Photobacterium sanguinancrri* in a smooth-hound shark.

Keywords: Smooth-Hound Sharks, Photobacteriosis, *Photobacterium sanguinancrri*, Aquarium

Tazı Köpekbalıklarında (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758) *Photobacterium sanguinancrri*'nin Tanısı

Özet

Bu çalışma, Türkiye'de bir deniz akvaryumunda stresli koşullar altında bulunan tazı köpekbalıklarında (*Mustelus mustelus*, Linnaeus 1758) meydana gelen ölümlerin nedeninin belirlenmesini amaçlamaktadır. Dış bakıda, ölmek üzere olan tazı köpekbalıklarının çeşitli vücut kısımlarında, özellikle göğüs yüzgeçlerinde ve deride belirli bölgelerde hemorajiler vardı. İç bakıda ise, soluk karaciğer ve dalakta psödotüberküller ana patolojik bulgulardı. Bakteriolojik inceleme için iç organlardan ve kandan alınan örnekler marine agar (MA) içeren petrilere ekilmiş ve 22°C'de 72 saat boyunca inkübe edilmiştir. Bipolar boyama özelliği gösteren gram negatif hareketli basiller dalak, böbrek ve karaciğer dahil olmak üzere çeşitli dokulardan izole edilmiştir. Morfolojik ve biyokimyasal özelliklerine ve 16S rRNA gen dizilimine göre, bu izolatlar *Photobacterium sanguinancrri* olarak tanımlanmıştır. Bu nedenle, akvaryumda tutulan tazı köpekbalıklarında bu hastalık salgınına photobacteriosis'in neden olduğu sonucuna varılmıştır. Literatür araştırmasına göre, bu köpekbalığı türünde *Photobacterium sanguinancrri*'nin neden olduğu Photobacteriosis'i tanımlayan ilk rapordur.

Anahtar kelimeler: Tazı Köpekbalığı, Photobacteriosis, *Photobacterium sanguinancrri*, Akvaryum

INTRODUCTION

Photobacteriosis caused by *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* (formerly *Pasteurella piscicida*), was first described in white perch (*Morone americana*) and striped bass (*Morone saxatilis*) as a causative agent of a systemic bacterial infection in Chesapeake Bay, USA (Snieszko et al., 1964; Janssen and Surgalla, 1968). Agent of the disease is the halophilic bacterium, Gram-negative, non-motile rod, oxidase, and catalase-positive, fermentative, sensitive to the vibriostatic agent O/129, and has a strict salt requirement. The disease has become a problem in Mediterranean countries since 1990 and described in many marine fish species, such as Atlantic salmon (*Salmo salar*), yellowtail (*Seriola quinqueradiata*), and sole (*Solea solea*) (Magarinos et al., 1996). The first epizootic incidence of photobacteriosis was described by Çağırğan (1993) in sea bream in the Aegean Sea coasts of Turkey. Since then, this fish disease has been reported in sea bass (Candan et al., 1996; Timur et al., 1999; Korun and Timur, 2005) and mullets belonging to genus Mugil (Tanrıkul and Çağırğan, 2001) and rainbow trout (Savaş and Türe, 2017) in the different regions of Turkey.

Currently, this is one of the most significant fish diseases in marine aquaculture, causing important economic losses (Magarinos et al., 1996). Although photobacteriosis may occur in both acute and chronic form, the disease eventually develops into a septicemia. In the acute form, the disease usually does not show any clinical signs, but in some cases, several disease signs have been reported, including anorexia, loss of mobility, pale gills, dark pigmentation, and petechiae at the base of fins and on the operculum. In the chronic form, affected fish have white nodules in the internal organs, so the disease is also known as pseudotuberculosis; but during acute form disease, affected fish usually have no obvious gross pathological signs (Magarinos et al., 1996; Timur et al., 1999).

Photobacterium sanguinancrri is one of the motile newest members of genus *Photobacterium* and was originally isolated from the hemolymph of spider crabs (*Maja brachydactyla*) captured in Spain and from a diseased adult blue mussel (*Mytilus edulis*) caught in the Netherlands (Gomez-Gill et al., 2016). However, *P. sanguinancrri* has never been isolated from any fish species so far.

Mustelus mustelus (Linnaeus, 1758), belongs to Triakidae, is a widespread coastal species from Northern Europe to South Africa, including the Mediterranean Sea and usually found in shallow waters at 5-50 m depth, although it occurs to at least 350 m depth (Compagno, 1984; Serena et al., 2009). In Turkey, only two cases have been reported about parasites of this species of shark. *Pandarus bicolor* (Leach, 1986) from Copepoda collected from the ventral surface and fins of smooth-hound sharks by Ökter and Trilles (2009) and *Lernaepoda galei* (Kroyer, 1837) corresponding order Siphonostomatoida were reported by Karaytuğ et al. (2004) in cloacal region of this species from Edremit Bay in the Aegean Sea. In our previous study, we reported and identified that *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* along with *Lernaepoda* sp. as a main causative agent of photobacteriosis in same shark species (Yardımcı et al., 2017).

The present study which is the first report describing photobacteriosis caused by *Photobacterium sanguinancrri* in shark was carried out to determine the cause of mortalities in stressed smooth-hound sharks kept in a public marine aquarium in Turkey.

MATERIALS and METHODS

Smooth-hound sharks (*Mustelus mustelus*) (20 specimens, approx. 1.5 m long and 3 kg weight) were caught by trawling the Edremit Bay of the Aegean Sea, then transported to Istanbul and placed into the quarantine tanks of a public aquarium in 2018. A few days later, mortalities were observed in the shark population. The water parameters of the aquarium were measured as follows: the temperature was 24°C, salinity was 28 ‰, pH was 8, the dissolved oxygen concentration was 7,6 mg L⁻¹ and oxidation-reduction potential was 175 mV. Two moribund sharks were sampled according to standard methods (Hall, 1999; Noga, 2000).

For bacteriological examination, samples were taken from visceral organs and blood. They were streaked onto marine agar (MA) plates and the plates were incubated at 22°C for 72 hours. The morphological and physiological characteristics of isolates were determined using conventional biochemical and physiological tests as well as rapid identification kits (API VITEK GN ID Card), according to Buller (2004), Austin and Austin (2007), Gomez-Gill et al. (2016) and Bergey's Manual (Holt et al., 1984).

Molecular methods were used for the identification of bacterial strains. The isolates on marine agar plates were inoculated into marine broth 2216 (Difco) and incubated overnight at 22°C. Then total DNA was extracted from liquid cultures and samples using the PureLink™ Genomic DNA Mini Kit (Invitrogen) according to the manufacturer's instructions. For bacterial identification, a 540-bp-long fragment of the 16S rRNA gene was amplified and sequenced using the universal bacteria primer set: primer S-D-Bact-0008-a-S-20 and primer S*-Univ-0536-a-A-18 (Suau et al., 1999).

RESULTS

In this study, affected sharks had haemorrhages on the skin, ventral side of the body, and in the claspers (Figure 1). They also had ulcerative lesions and haemorrhage on the pectoral fin, the skin, upper jaw, head, and also the torn fin (Figure 2a-d). Internally, there were no symptoms other than a pale liver or haemorrhages in the liver and pseudo-tubercles in the examined fish spleen (Figure 2e-f). 100 % mortality range was determined inside two weeks.

Shiny, raised, and translucent bacterial colonies were formed on MA. These six bacterial isolates appeared as Gram-negative, motile rods with a bipolar staining and were oxidase and catalase positive.

Their morphological, biochemical characteristics and API VITEK GN ID Card results were shown in Table 1. These isolates were found biochemically homogeneous. According to their morphological and biochemical characteristics as well as 16S rRNA gene sequencing, these isolates were identified as *Photobacterium sanguinicancri*. One of the sequence was deposited in the GenBank database with MG696892 accession numbers.

Table 1. Morphological and phenotypical characteristics and API VITEK GN ID Card results of the isolates

Morphology	R	Indole	-
Motility	+	Voges Proskauer Reaction	+
Gram Staining	-	Methyl Red	+
Catalase	+	Nitrate Reduction	+
Cytochrome Oxidase	+	Degradation of Arginine	+
Growth on TCBS	-	Degradation of Starch	+
Ala-Phe-Pro- Arylamidase	-	L-Arabitol	-
H ₂ S Production	-	D- Glucose	-
Beta-Glucosidase	-	D-Mannose	-
L-Proline Arylamidase	+	Tyrosine Arylamidase	-
Saccharose	-	Citrate (Sodium)	-
L-Lactate Alkalinisation	-	Beta-N-Acetyl-Galactosaminidase	-
Glycine Arylamidase	-	L-Histidine Assimilation	-
0129 Resistance	S	L-Malatat Assimilation	-
Adonitol	-	D-Cellobiose	-
Beta-N- Acetyl-Glucosaminidase	-	Gamma-Glutamyl-Transferase	-
D-Maltose	-	Beta-Xylosidase	-
Lipase	+	Urease	-
D-Tagatose	-	Malonate	-
Alpha-Glucosidase	-	Alpha-Galactosidase	-
Ornithine Decarboxylase	-	Coumarate	+
Glu-Gry-Arg Arylamidase	-	L-Lactate Assimilation	-
L-Pyrroldonyl-Arylamidase	-	Beta-Galactosidase	-
Glutamyl Arylamidase pNA	-	Fermentation/Glucose	-
D-Mannitol	-	Beta-Alanine Arylamidase pNA	-
Palatinose	-	D-Sorbitol	-
D-Trehalose	-	5-Keto-D-Gluconate	-
Succinate Alkalinisation	-	Phosphatase	-
Lysine Decarboxylase	-	Beta-Glucoronidase	-

R: rods; S:sensitive; +: positive; -: negative



Figure 1. Moribund sharks showed haemorrhages on the skin.



Figure 2. Moribund sharks showed haemorrhages and ulcerative lesions on the pectoral fin (a), on the torn fin (b), on the upper jaw and head (c), pale liver (d), haemorrhages on the liver (e) and pseudo-tubercles in the spleen (f).

DISCUSSION

Sharks are predators within the marine environment and recent studies have shown that abiotic factors may be a significant role for caused died. Both acute and chronic changes have also been linked to their conditions. The marine ecosystems have a relatively more stable environment than freshwater in terms of water temperature, oxygen, and other water-quality parameters; therefore, much wild fish usually cannot adapt to artificial conditions, and when they are placed in aquaria, many disease problems may arise (Schlaff et al., 2014). Few diseases have been reported in species of shark. Especially, *Vibrio* species as agents of elasmobranch diseases was founded. *V. charchariae* is the most recently recognized species within the genus that can cause lethal infections in shark such as chronic skin ulceration (Grimes et al., 1984).

In this study, affected sharks have some gross pathological signs in chronic form and these similar situations decelerated other previous studies (Çağırğan, 1993; Magarinos et al., 1996; Candan et al., 1996; Timur et al., 1999; Korun and Timur, 2005). In this study, six bacteria isolated, and these isolates were found biochemically homogeneous. Their morphology such as molecularly, the ability of lipase production and degradation of arginine and starch had made them distinct from other *Photobacterium* spp. (Holat et al., 1984; Çağırğan, 1993; Magarinos et al., 1996; Candan et al., 1996; Timur et al., 1999; Buller, 2004; Korun and Timur, 2005; Austin and Austin, 2007). And also, these isolates characteristic is so similar to *Photobacterium sanguinancrri* which isolated adult blue mussel by Gomez-Gill et al. (2016). As a result, all isolates were identified as *Photobacterium sanguinancrri* by using universal 16S rRNA primer pairs sequence similarities in the GenBank database with the highest similarity index (each isolate was 99%).

In conclusion, this study represents the first report of *Photobacterium sanguinancrri* isolation and identification in aquarium-kept smooth-hound sharks. Environmental conditions and stress probably play a major role in determining the severity of this disease. It was concluded that the high losses observed might in part be due to stress during catching and/or transporting of the sharks.

Acknowledgments: Istanbul University Scientific Research Projects supported this study (project number: 25237). I would like to thank Dr. Terje Merken Stenum for his comments.

REFERENCES

- Austin, B., & Austin, D. (2007). *Bacterial Fish Pathogens Disease of Farmed and Wild Fish*. 7th (revised) Edition, Springer-Praxis Publishing, Chichester.
- Buller NB, (2004). *Bacteria from Fish and Other Aquatic Animals: A Practical Identification Manuel*. CABI Publishing, Cambridge USA, ISBN 0851997384.
- Çağırğan, H. (1993). The first isolation *Pasteurella piscicida* from cultured Sea bream. *Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 3(2), 82-83.
- Candan, A.A., Küçükler, M., & Karataş, S. (1996). Pasteurellosis in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 16(6), 195-196.
- Compango, L.J.V. (1984). Sharks of the World. An Annotated and Illustrated Catalogue of Shark Species Known to Date. FAO species catalogue, 4. FAO Fish. Synop. pp125.
- Gomez-Gill, B., Roque, A., Rotllant, G., Romalde, J.L., Doce, A., Eggermont, M., & Defoirdt, T. (2016). *Photobacterium sanguinancrri* sp. nov. isolated from marine animals. *Antonie van Leeuwenhoek*, 109(6), 817-825. <http://dx.doi.org/10.1007/s10482-016-0681-x>
- Grimes, D.J., Stemmler, J., Hadaq H., May, E.B., Maneval, D., Hetrick, F.M., Jones, R.T., Stoskopf, M., & Colwell, R.R. (1984). *Vibrio* species associated with mortality of sharks held in captivity. *Microbial Ecology*, 10, 271-282.
- Hall, D.H., (1999). *An Illustrated Dissection Guide to The Shark*. Published by RANACO Tucson, Arizona.
- Holt, J., Krieg, N.R., Sneath, R.A.H., Staley, J.I., & Williams, S.T. (1984). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Ninth edition Williams and Wilkins, ISBN 0 683 006037.
- Janssen, W.A., & Surgalla, M.J. (1968). Morphology, physiology, and serology of a *Pasteurella* species pathogenic for white perch (*Roccus amencanus*). *Journal of Bacteriology*, 96(5), 1606-1610.
- Karaytuğ, S., Sak, S., & Alper, A. (2004). Parasitic copepod *Lernaepoda galei* Kroyer, 1837 (Copepoda: *Siphonostomatoida*): A First Record from Turkish Seas. *Turkish Journal of Zoology*, 28, 123-128.
- Korun, J., & Timur, G (2005). The first pasteurellosis case in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) at low marine water temperature in Turkey. *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 57(3), 198-207
- Magarinos, B., Toranzo, A.E., & Romalde, J.L. (1996). Phenotypic and pathobiological characteristics of *Pasteurella piscicida*. *Annual Review of Fish Diseases*, 6, 41-64. [http://doi.org/10.1016/S0959-8030\(96\)90005-8](http://doi.org/10.1016/S0959-8030(96)90005-8)

- Noga, E.J. (2000). *Fish Disease: Diagnosis and Treatment*. Iowa State University Press, Iowa, 2000,99-058466.
- Öktener, A., & Trilles, J.P., (2009). Four Parasitic Copepods on Marine Fish (Teleostei and Chondrichthyes) from Turkey. *Acta Adriatica*, 50(2), 121-128.
- Savaş, H., & Türe, M. (2007). Bölgemizde doğal ve kültürlü yapılan balıklarda görülen hastalıklar. *SUMAE Yunus Araştırma Bülteni*, 7, 10-13.
- Schlaff, A.M., Heupel, M.R., & Simpfendorfer, C.A. (2014). Influence of environmental factors on shark and ray movement, behaviour and habitat use: a review. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 1089–1103. <http://doi.org/10.1007/s11160-014-9364-8>
- Serena, F., Mancusi, C., Clo, S., Ellis, J., & Valenti, S.V. (2009). *Mustelus mustelus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T39358A102146942009. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T39358A10214694.en>
- Snieszko, S.F., Bullock, G.L., Hollis, E., & Boone, J.G. (1964). *Pasteurella* sp. from an epizootic of white perch (*Roccus americanus*) in Chesapeake Bay tidewater areas. *Journal of Bacteriology*, 88(6), 1814-1815.
- Suau, A., Bonnet, R., Sutren, M., Godon, J.J., Gibson, G.R., Collins, M.D., & Dore, J. (1999). Direct analysis of genes encoding 16S rRNA from complex communities reveals many novel molecular species within the human gut. *Applied Environmental Microbiology*, 65(11), 4799-807.
- Tanrikul, T.T., & Çağırğan, H. (2001). A natural outbreak of pasteurellosis in *Mugil* spp., *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 5009-5022.
- Timur, G., Timur, M., Karataş, S., & Akaylı, T. (1999). *Ichthyophonus hoferi* ile enfekte olmuş kültür levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) görülen pasteurellosis hastalığı üzerinde bir çalışma. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, Special Issue, 246, 37-61.
- Yardımcı, R.E., Turgay, E., Steinum, T.M., & Karataş, S. (2017). *An Outbreak of Photobacteriosis in Public Aquarium Held Smooth-hound Sharks (Mustelus mustelus, Linnaeus 1758)*. Aquaculture Europe 2017, Hırvatistan-Dubrovnik, pp. 566.

Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesi'ndeki Bazı Su Ürünleri Kooperatiflerinin Yapısı ve Av Araçları ile Balıkçı Teknelerinin Teknik Özellikleri

Hasan DEMİR^{ID}, Serap SAMSUN*^{ID}

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Fatsa, Ordu, Türkiye

*Sorumlu Yazar: serapsamsun@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 03 Şubat 2020; Kabul 16 Ağustos 2020; Basım 01 Eylül 2020.

Alıntılama: Demir, H., & Samsun, S. (2020). Türkiye'nin İç Anadolu bölgesi'ndeki bazı su ürünleri kooperatiflerinin yapısı ve av araçları ile balıkçı teknelerinin teknik özellikleri. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 344-352. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.683741>

Özet

Bu çalışma, Mart 2018-Mart 2019 tarihleri arasında, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Kayseri, Kırşehir, Nevşehir, Sivas ve Yozgat illerinde yürütülmüştür. Bu illerin sınırları içerisinde yer alan kooperatifler, kuruluş yılı, avlak sahaları, balıkçı sayısı, tekne sayısı, balıkçı teknelerinin özellikleri, kullanılan av araçlarının çeşitleri ve özellikleri, avlanan su ürünleri miktarı ve türlerine yönelik veriler anket çalışması ile elde edilmiştir. Bu veriler tam sayım yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda; İç Anadolu Bölgesinde araştırma yapılan illerde toplam 9 adet Su Ürünleri Kooperatifinin bulunduğu, bu kooperatiflere bağlı bulunan balıkçı sayısının 175, tekne sayısının ise 138 adet olduğu tespit edilmiştir. Su ürünleri avcılığında kullanılan sade ağların uzunluğunun 165920 m, fanyalı ağların uzunluğunun 58400 m, pinter ağlarının 3250 adet ve manyat ağlarının 85 adet olduğu belirlenmiştir. Bölgede incelenen teknelerin uzunlukları 3,5-7,5 m, genişlikleri 1,2-1,6 m, derinlikleri 0,4-1,4 m ve motor güçleri de 7-25 HP arasında değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Balıkçı tekneleri, İçsu balıkçılığı, Su ürünleri kooperatifi, İç Anadolu Bölgesi, Türkiye

The Structure of Some Fisheries Cooperatives and Technical Properties of Fishing Gears and Vessels in Internal Anatolia Region of Turkey

Abstract

This study was conducted in Kayseri, Kırşehir, Nevşehir, Sivas and Yozgat provinces in Internal Anatolia Region, of Turkey between March 2018- March 2019. Data of cooperatives, years of foundation, fishing areas, fisherman number, number and properties of fishery vessels, types and specifications of fishing gears, fish species and landings were obtained through a survey study. in these provinces. These data have been determined by complete counts method.

As a result of the study, it was determined that there were 9 cooperatives, 175 fisherman and 138 vessels belonging to fisheries cooperatives. It was determined that total length of the gillnet 165920 m, trammel net 58400 m, number of fyke nets 3250 and seine nets as 85. The size of fishing vessels were between 3.5 and 7.5 m in length, width 1.2-1.6 m, depth 0.4-1.4 m and engine power 7.-25 HP.

Keywords: Fishing vessels, Inland water fishing, Fisheries cooperative, Internal Anatolia Region, Turkey

GİRİŞ

Türkiye'de hızlı nüfus artışına paralel olarak ortaya çıkan enerji ihtiyacı ülkemizin zengin akarsularının kullanılması sonucunu beraberinde getirmiştir. Sayıları devamlı olarak artan hidroelektrik santralleri ve bunlarla beraber oluşan baraj gölleri ülkenin enerji ihtiyaçlarını karşıladıkları gibi su ürünleri bakımından da büyük bir potansiyel oluşturmuşlardır (Duman, 1998). İç Anadolu Bölgesi Su Ürünleri Kooperatiflerinin faaliyetlerinin yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği Hirfanlı, Yamula, Bayramhacılı, Süreyyabey, Bahçelik ve Pınarbaşı barajları, hidroelektrik potansiyelinin yanında, balık üretimine katkı sağlayan önemli içsu kaynaklarıdır (Anonim, 2018a).

2017 yılı Türkiye iç su ürünleri toplam üretimi 136.155 ton/yıl olup, bu üretimin 32.145 tonu avcılık yoluyla elde edilmiştir. İç Anadolu Bölgesi % 21 (6626 ton) ile üretimde ikinci sırada yer almaktadır. Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat illeri, toplam 3282 ton ile İç Anadolu Bölgesi üretiminin % 50'sini sağlamıştır (TÜİK, 2018).

Yozgat ili Kızılırmak ve Yeşilirmak havzalarında yer almaktadır. Kızılırmak'ın kollarından olan Delice Irmağı ve Yeşilirmak'ın kollarından olan Çekerek Irmağı ilin en önemli su kaynaklarıdır. Balıkçılık faaliyetlerinin de yürütüldüğü Süreyyabey Barajı'ndan sulama ve enerji eldesi, Gelingüllü

Barajı'ndan ise tarımsal sulamada yararlanılmaktadır. Süreyyabey Barajı yüzey alanı 4.133 hektar ve Gelingüllü Barajı yüzey alanı 2.320 hektardır (Anonim, 2013). Kırşehir ili, güney ve güneybatıda Kızılırmak, batı ve kuzeybatı Kılıçözü deresi, kuzey ve kuzeydoğuda Delice ırmağı, doğuda Seyfe Gölü çöküntü alanı ile çevrilidir. Hirfanlı Baraj Gölü, Kaman ilçesine bağlı Hirfanlı Köyü yakınlarında elektrik üretimi ve tarımsal sulama sağlamaktadır. Türkiye'nin dördüncü en büyük barajı olan Hirfanlı Baraj Gölü'nün balıkçılık faaliyetleri için kullanılan 5. Bölgesinin yüzey alanı 6.000 hektar ve 6. Bölgesinin yüzey alanı ise 5.000 hektardır (Anonim, 2018b). Nevşehir ilinin başlıca akarsuyunu ise il topraklarından geçen Kızılırmak oluşturur. Nevşehir ili Avanos ilçesinde sınırları bulunan Göynük su ürünleri kooperatifi Bayramhacılı Barajı'nın avcılık yüzey alanı 460 hektar, Ürgüp ilçesi Mustafapaşa kasabası Damsa Barajı yüzey alanı 82 hektardır (Anonim, 2018c). Kayseri ilinin önemli akarsularının başında Kızılırmak gelmektedir. Kızılırmak Nehri'nin 128 kilometrelik bölümü Kayseri il sınırları içerisinde yer almaktadır. Kayseri ili su ürünleri kooperatifleri tarafından balıkçılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği Kocasinan ilçesinde bulunan Yamula Barajı'nın yüzey alanı 5.080 hektar, Kocasinan ilçesinin sınırlarında bulunan Bayramhacılı Barajı'nın alanı 1.480 hektar ve Pınarbaşı ilçesinde bulunan Bahçelik Barajı'nın yüzey alanı ise 588 hektardır (Anonim, 2018d).

Balıkçı kooperatifleri deniz balıkçılığı, iç su balıkçılığı ve yetiştiricilik sektöründe olmak üzere dünyanın hemen her tarafında bulunmaktadır. Türkiye'de bu kooperatifler daha ziyade geleneksel balıkçılık ağırlıklı faaliyet göstermektedir (Karademir ve Arat, 2014). 2018 yılı Tarım ve Orman Bakanlığı tarımsal örgütlenme verilerine göre halen Türkiye'de, 30.763 ortağıyla, deniz ve iç sularda faaliyet gösteren 556 su ürünleri kooperatifi, 17 kooperatif bölge birliği, 1 kooperatif merkez birliği bulunmaktadır (Anonim, 2019).

Bu çalışmanın amacı, yukarıda belirtilen 4 il sınırları içerisinde kalan bölgedeki balıkçılık faaliyetlerinin belirlenmesi kapsamında; bölgedeki kooperatiflerin yapısı ile balıkçılıkta kullanılan av araçları ve balıkçı teknelerinin teknik özelliklerinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

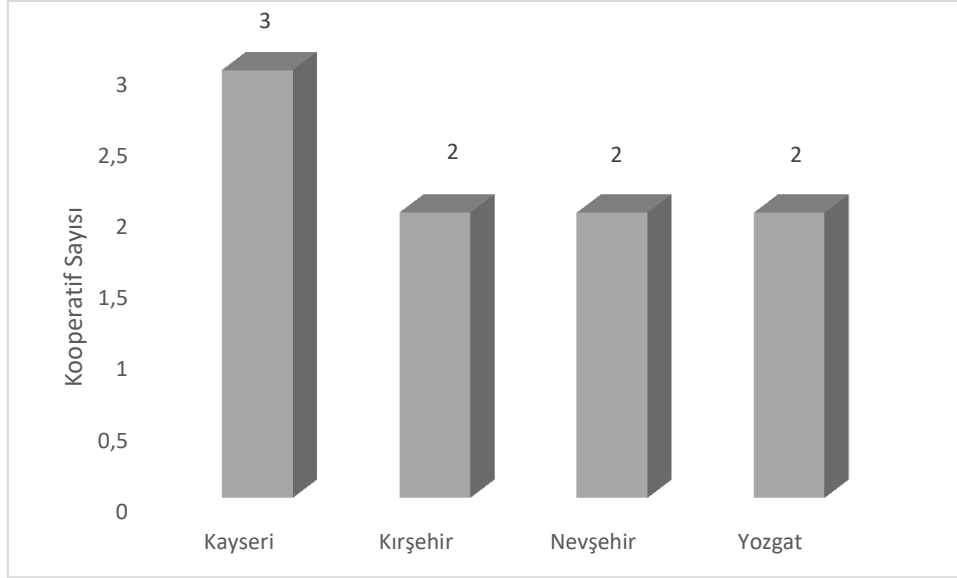
Araştırmada, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan, Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat illeri sınırları içerisindeki 7 adet baraj gölünde balıkçılık faaliyetlerini yürüten 9 adet Su Ürünleri Kooperatifi incelenmiştir. Bu amaçla, su ürünleri kooperatif başkanları ve üyeleri ile birebir görüşülerek anket formları doldurulmuştur. Anket formlarında; su ürünleri kooperatiflerindeki avcılık yapan balıkçıların sayısı, su ürünleri avcılığında kullanılan balıkçı teknelerinin sayısı ve özellikleri (motor markası, motor gücü, tekne eni, boyu, derinliği, tonajı), su ürünleri avcılığında kullanılan av araç ve gereçlerinin çeşitleri ve özellikleri (göz genişliği, uzunlukları), avlanan su ürünleri türleri ve miktarının belirlenmesine yönelik sorulara yer verilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamındaki illerin İl Tarım ve Orman Müdürlükleri'nden de kooperatiflere ve balıkçılara ait istatistiki veriler alınmıştır.

BULGULAR

Araştırmada İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat illeri sınırları içerisinde faaliyet gösteren 9 adet su ürünleri kooperatifi incelenmiştir. Kooperatiflerin isim ve kuruluş yılları Tablo 1'de, çalışma bölgesindeki kooperatif sayılarının illere göre dağılımı ise Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İncelenen Su Ürünleri Kooperatifleri ve kuruluş yılları

Baraj Gölleri	Su Ürünleri Koopertif Adı	Kuruluş Yılı
Gelingüllü Baraj Gölü	Esenli Su Ürünleri Kooperatifi	1994
Bayramhacılı Baraj Gölü	Göynük Su Ürünleri Kooperatifi	1996
	Bayramhacılı Su Ürünleri Kooperatifi	2012
Hirfanlı Baraj Gölü	Savcılı Su Ürünleri Kooperatifi	2006
	Toklügen Su Ürünleri Kooperatifi	2017
Damsa Baraj Gölü	Mustafapaşa Su Ürünleri Kooperatifi	2000
Bahçelik Baraj Gölü	Bahçelik (Pınarbaşı) Su Ürünleri Kooperatifi	2009
Yamula Baraj Gölü	Yamula Su Ürünleri Kooperatifi	2010
Süreyyabey Baraj Gölü	Çekerek Su Ürünleri Kooperatifi	2014



Şekil 1. Su Ürünleri Kooperatif sayılarının illere göre dağılımı

Araştırmada incelenen su ürünleri kooperatiflerine kayıtlı toplam balıkçı sayısı 175, tekne sayısı ise 138 olarak belirlenmiştir. Esenli Kasabası ve Çevre Köyleri Su Ürünleri Kooperatifi 40 kişi ile en fazla üye sayısına sahip iken Yamula Su ürünleri Kooperatifi 38 ile en fazla balıkçı teknesine sahip kooperatif olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Balıkçı ve tekne sayılarının kooperatiflere göre dağılımı

İller	Su kaynağı	Parsel Alanı (Ha)	Kooperatifin Adı	Balıkçı Sayısı		Tekne Sayısı	
				Sayı	%	Sayı	%
Kayseri	Yamula Barajı	5080	Yamula Su ürünleri Kooperatifi	20	11,4	38	27,5
	Bayramhacılı Barajı 2. Bölge	1480	Bayramhacılı Su Ürünleri Kooperatifi	7	4	6	4,3
	Bahçelik Barajı	588	Bahçelik (Pınarbaşı) Su Ürünleri Kooperatifi	7	4	2	1,4
Kırşehir	Hirfanlı Barajı 5. Bölge	6000	Toklügen Su Ürünleri Kooperatifi	33	18,9	30	21,7
	Hirfanlı Barajı 6. Bölge	5000	Savcılı Su Ürünleri Kooperatifi	18	10,3	20	14,5
Nevşehir	Bayramhacılı Barajı 1. Bölge	460	Göynük Su Ürünleri Kooperatifi	17	9,7	2	1,4
	Damsa Barajı	82	Mustafapaşa Su Ürünleri Kooperatifi	15	8,6	1	0,7
Yozgat	Gelingüllü Barajı	2320	Esenli Kasabası ve Çevre Köyleri Su Ürünleri Kooperatifi	40	22,9	23	17,7
	Süreyyabey Barajı	4133	Çekerek Su Ürünleri Kooperatifi	18	10,3	16	11,6
Toplam		25143		175	100	138	100

Araştırma kapsamında kooperatiflerde su ürünleri avcılığında kullanılan teknelerin boyu 3,5-7,5 m, eni 1,2-1,6 m ve derinliği 0,4-1,4 m arasında değişmektedir. Tamamı fiberglass malzemeden yapılmış olan teknelerin 5 adedi motorsuz geri kalan 133 adedi ise motorludur (Tablo 3). Teknelerin tamamında baş kısmının balta baş, kış kısmının ise 6 metre ve üzerindeki kış ve karpuz oturtma şeklinde, 6 metreden küçük teknelerde ayna kış biçiminde olduğu belirlenmiştir

Tablo 3. Su Ürünleri Kooperatiflerinin kullandığı teknelere ait bilgiler

Kooperatifin Adı	Tekne Sayısı	Boy (m)	En (m)	Derinlik (m)	Tonaj (ton)	Motor Tipi			Yapı Malzemesi
						Lombardini	Mercury	Motorsuz	
Yamula Su ürünleri Kooperatifi	38	7,3-7,5	1,5	0,8	1,5	38	-	-	Fiberglass
Bayramhacılı Su Ürünleri Kooperatifi	6	4,5-6,5	1,2-1,5	0,5-0,7	0,3-1,5	4	-	2	Fiberglass
Bahçelik (Pınarbaşı) Su Ürünleri Kooperatifi	2	3,5	1,2	0,5	0,15	-	-	2	Fiberglass
Toklügen Su Ürünleri Kooperatifi	30	7,3-7,5	1,6	0,8-1	1,5-2	30	-	-	Fiberglass
Savcılı Su Ürünleri Kooperatifi	20	7,3-7,5	1,6	0,8-0,9	1,5-2	20	-	-	Fiberglass
Göynük Su Ürünleri Kooperatifi	2	7,3-7,5	1,5-1,6	0,7	1	2	-	-	Fiberglass
Mustafapaşa Su Ürünleri Kooperatifi	1	3,5	1,3	0,4	0,1	-	-	1	Fiberglass
Esenli Su ürünleri Kooperatifi	23	6-7,3	1,5-1,6	0,7-1,4	1-3	23	-	-	Fiberglass
Çekerek Su Ürünleri Kooperatifi	16	4,5-7,3	1,4-1,6	0,6-1,3	0,8-3,5	15	1	-	Fiberglass

Araştırmada incelenen kooperatifler tarafından su ürünleri avcılığında sade ve fanyalı ağlar, manyat ve kerevit sepetleri kullanılmaktadır (Tablo 4). Su ürünleri kooperatifleri tarafından kullanılan fanyalı ve sade ağların toplam uzunluğu 224320 m olup, fanyalı ağların uzunluğu 58400 m, sade ağların uzunluğu ise 165920 m'dir (Tablo 5). Kerevit avcılığında kullanılan pinterlerin göz açıklığı 15-25 mm, boyları ise 75-150 cm arasında değişmektedir. Özellikle gümüş balığı avcılığında kullanılan manyat ağlarını torba göz açıklığı 4-10 mm, kanat uzunlukları ise 50-220 m arasında değişmektedir.

Tablo 4. İllere göre kullanılan av araçları ve sayıları

İller	Su Kaynağı	Fanyalı Ağ (1 Tk: 100 m)		Sade Ağ (1Tk: 100 m)		Manyat Ağı (Adet)		Kerevit Sepeti (Adet)	
		Takım	%	Takım	%	Adet	%	Adet	%
Kayseri	Yamula Barajı	-	-	195	12	20	23,5	-	-
	Bayramhacılı Barajı 2. Bölge	-	-	30	1,9	-	-	-	-
	Bahçelik Barajı	4	1,0	4	0,2	-	-	-	-
Kırşehir	Hirfanlı Barajı 5. Bölge	234	56,9	966	59,6	30	35,3	1500	46,2
	Hirfanlı Barajı 6. Bölge	-	-	360	22,2	18	21,2	1000	30,8
Nevşehir	Bayramhacılı Barajı 1. Bölge	-	-	20	1,2	2	2,4	-	-
	Damsa Barajı	-	-	6*	0,4	-	-	-	-
Yozgat	Gelingüllü Barajı	100**	24,3	30**	1,9	10	11,8	500	15,4
	Süreyyabey Barajı	73**	17,8	10**	0,6	5	5,9	250	7,6
Toplam		411	100	1621	100	85	100	3250	100

* 1 Tk: 70 m

** 1 Tk: 200 m

Tablo 5. Kooperatifler tarafından kullanılan sade ve fanyalı ağlara ait bilgiler

Kooperatifin Adı	Toplam Ağ Uzunluğu (m)	Sade Ağların Göz Açlıkları (mm)	Fanyalı Ağların Göz Açlıkları (mm)	
			Fanya	Tor
Yamula Su Ürünleri Kooperatifi	19500	60-70-80-90-100	-	-
Bayramhacılı Su Ürünleri Kooperatifi	3000	70-80-90-120	-	-
Bahçelik Su Ürünleri Kooperatifi	800	60-70-80	140-160	34-36-40-45
Toklügen Su Ürünleri Kooperatifi	120000	65-70-80-90-100-110-120	200-220-240	45-50-65-75
Savcılı Su Ürünleri Kooperatifi	36000	55-60-65-70-75-80-90	-	-
Göynük Su Ürünleri Kooperatifi	2000	45-50-60-70-90-120-140	-	-
Mustafapaşa Su Ürünleri Kooperatifi	420	45-55-75-80-85-90	-	-
Esenli Su Ürünleri Kooperatifi	26000	60-65-70-75-80-85	120-140-160-180	36-38-40-42-45-55
Çekerek Su Ürünleri Kooperatifi	16600	45-55-65-70-80	120-140-160-180	36-38-40-42-45-55

Çalışma bölgesindeki su ürünleri kooperatiflerine üye balıkçılar tarafından yıllık avlanan su ürünleri miktarı yaklaşık 2295 ton/yıl'dır (Tablo 6).

Tablo 6. İllere göre Kooperatifler tarafından avlanan su ürünleri miktarları

İller	Kooperatifin Adı	Yıllık Av Miktarı (ton/yıl)	
		Miktar	%
Kayseri	Yamula Su Ürünleri Kooperatifi	440	19,2
	Bayramhacılı Su Ürünleri Kooperatifi	16	0,7
	Bahçelik Su Ürünleri Kooperatifi	8,8	0,4
Kırşehir	Toklügen Su Ürünleri Kooperatifi	478	20,8
	Savcılı Su Ürünleri Kooperatifi	567	24,7
Nevşehir	Göynük Su Ürünleri Kooperatifi	16	0,7
	Mustafapaşa Su Ürünleri Kooperatifi	4	0,2
Yozgat	Esenli Su Ürünleri Kooperatifi	315	13,7
	Çekerek Su Ürünleri Kooperatifi	450	19,6
Toplam		2294,8	100

Araştırma bölgesindeki su ürünleri kooperatifleri tarafından avlanan balık türleri Tablo 7’de verilmiştir. Sazan balığı, Siraz balığı, Tatlı su Kefali ve Gümüş balığı avcılığı tüm illerde yapılmakla birlikte, Siraz balığı, Sudak balığı ve Tatlı su kefali bölgede en çok avcılığı yapılan türler olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. Su Ürünleri Kooperatifleri tarafından avcılığı yapılan türler

Avcılığı Yapılan Türler	İller			
	Kayseri	Kırşehir	Nevşehir	Yozgat
Gümüş Balığı (<i>Atherina boyeri</i>)	√	√	√	√
Kadife Balığı (<i>Tinca tinca</i>)	-	√	√	-
Sazan Balığı (<i>Cyprinus carpio</i>)	√	√	√	√
Siraz Balığı (<i>Capoeta pestai</i>)	√	√	√	√
Sudak Balığı (<i>Sander lucioperca</i>)	√	√	-	√
Tatlı Su Kefali (<i>Squalius cephalus</i>)	√	√	√	√
Tatlı Su Kereviti (<i>Astacus leptodactylus</i>)	-	√	-	-
Turna Balığı (<i>Esox lucius</i>)	√	-	-	-
Yayın Balığı (<i>Silurus glanis</i>)	√	√	-	-

Kooperatifler tarafından avlanan su ürünlerinin fiyatları 0,8-15 TL arasında değişmektedir (Tablo 8). Araştırma bölgesindeki illerde avlanan su ürünleri türleri ihracatçı firmaya ve bölgede bulunan su ürünleri satış yerlerine pazarlanmaktadır.

Tablo 8. Kooperatifler tarafından avlanan balıkların belirlenen fiyatlandırmaları

Su Ürünleri Türleri	Fiyatlandırma (TL)			
	Kayseri	Kırşehir	Nevşehir	Yozgat
Gümüş Balığı	1	1,5-2	1	1
Kadife Balığı	-	2	3,5-5	-
Sazan Balığı	2-4	5	4-5	3-4
Siraz Balığı	0,8	2	2	2
Sudak Balığı	6	5-10	-	8-10
Tatlı Su Kefali	1	2	3	2
Tatlı Su Kereviti	-	5-15	-	-
Turna Balığı	5	-	-	-
Yayın Balığı	7-10	10-15	-	-

Kırşehir ve Nevşehir illerinde su ürünleri av yasak dönemleri (15 Mart-15 Haziran), Kayseri ve Yozgat illerinde av yasak dönemleri (1 Nisan- 1 Temmuz) dışında hava şartlarının uygun olduğu günlerde avcılığın yapıldığı belirlenmiştir. Yıl boyu avcılığı serbest olan Gümüş balığının, su sıcaklığının artması ile sığıklara gelmesi nedeniyle, en uygun avcılık zamanının Nisan ayı başlangıcından 40-50 gün içerisinde olduğu belirtilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmada, İç Anadolu Bölgesi'nde bulunan Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat illeri sınırları içerisinde yer alan 10 adet su ürünleri kooperatifi ve bu kooperatiflere ait balıkçılık faaliyetleri incelenmiştir.

Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde incelenen 472 adet teknenin boylarının 4-12 m ve motor güçlerinin 4-11 HP ile 100 HP arasında değiştiği, teknelerin 400 adedinin sac, 60 adedinin ağaç ve 12 adedinin fiberglas malzemeden olduğu tespit edilmiştir (Ural ve Canpolat, 2009). Yeni Karpuzlu Baraj Gölü'ndeki teknelerin boyları 4-7 m arasında, motor güçleri 4-15 HP arasında olup teknelerin % 18,19'u motorsuzdur (Uzmanoğlu ve Soylu, 2012). Keban Baraj Gölü'nde 217 adet motorlu teknenin faal şekilde balık avcılığı yaptığı, boyları 5-8 m arasında değişen bu teknelerin 1,5-4 mm kalınlığında sac materyalden yapıldığı, motor güçlerinin 9-28 HP arasında, tonajlarının ise 1-3 ton değiştiği belirtilmiştir. Ayrıca genelde kamaraları bulunan bu balıkçı teknelerinde ağların atılıp çekilmesinde kullanılan makara, vinç gibi herhangi bir mekanik donanıma rastlanmadığı ifade edilmiştir (Celayir vd., 2006). İç Anadolu Bölgesinin doğu kesimini kapsayan bu çalışmada, su ürünleri kooperatiflerine kayıtlı 138 tekne incelenmiş olup, teknelerin boyu 3,5-7,5 m, eni 1,2-1,6 m, derinliği 0,4-1,4 m, tonajları 0,1-3,5 ton ve motor güçleri ise 7-25 HP arasında değişmektedir. Tamamı fiberglas malzemeden yapılmış olan teknelerin 5 adedi motorsuz geri kalan 133 adedi ise motorludur. Teknelerin tamamında baş kısmının balta baş, kış kısmının ise 6 metre ve üzerindeki ördük kış ve karpuz oturtma şeklinde, 6 metreden küçük teknelerde ayna kış biçiminde olduğu belirlenmiştir. Fiberglass malzemeden yapılmış teknelerin, daha dayanıklı olması, az bakım gerektirmesi ve hafif yapıda olmasından dolayı tercih edildiği tespit edilmiştir. Mevcut çalışma ve daha önceki çalışmalarda, avcılıkta kullanılan teknelerin büyüklükleri çoğunlukla birbirine yakın olup bunun nedeni, kullanılan avcılık yöntemleri ve avlanılan balık türlerinin benzer olması olabilir.

Elazığ ilinde kullanılan teknelerde motor markası Wiskonsin ve Yomaha olan tekneler benzinle, motor markası Pancar, Lombardini ve Onan olanlar ise mazotla çalıştırılmaktadır. Teknelerin bir günlük avcılık için, balıkçıların ifadesi ile, yarım yol ilerlendiğinde 1 litre, tam yol ilerlendiğinde ise 2 lt mazot veya benzin harcadığı belirtilmiştir (Orsay ve Duman, 2005). Doğu ve Güneydoğu Bölgesindeki illerde su ürünleri avcılığında kullanılan balıkçı teknelerinde Pancar, Lombardini, Süperstar, Jonhson, Köhler, Perkins, Onan, Wiskose, Tames, Ford vb. tekne motor markalarının kullanıldığı, en yaygın kullanılan markaların ise pancar (225) ve lombardini (160) marka olduğu belirlenmiştir (Ural ve Canpolat, 2009). Bu çalışmada ise kooperatiflerde kullanılan 133 adet motorlu teknenin 132 adedinin motor markasının Lombardini, 1 adedinin ise Mercury motorları olduğu belirlenmiştir.

Doğu ve Güneydoğu Bölgesi'nde su ürünleri avcılığında, fanyalı ağlar (tor göz genişliği 15-140 mm ve fanya göz genişliği 100-250 mm arasında), galsama ağları (göz genişliği 18-140 mm arasında), pinter (ağ boyu 70 cm ve göz genişliği 16-18 mm arasında) ve manyat (torba göz genişliği 14-18 mm ve kanat uzunluğu 100-700 m arasında) kullanılmaktadır. Avlanma şekli ise, fanyalı ve sade ağların suya bırakılıp belli bir süre bekletilmesi ve tekrar toplanması, kıyı sürüklenme aletlerinin (manyat) ise suya bırakıldıktan sonra kıyıya çekilmesi şeklinde gerçekleşmektedir (Ural ve Canpolat, 2009). Duman ve Karadağ, (2017), Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesinde inceledikleri toplam 14000 m uzunluğunda sade ağın 12200 m'sinin monofilament sade ağlar, 1800 m'sinin de multifilament sade ağlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Monofilament ağların göz genişliği 38-110 mm arasında değişmekte olup en çok tercih edilen göz genişliği 45 mm'dir. Aynı çalışmada, fanya göz genişliği 170-210 mm arasında, tor göz genişliği ise 38-65 mm arasında olan toplam 900 m uzunluğunda fanyalı ağ ve kerevit avcılığında kullanılan, 17 mm ağ gözü genişliğine sahip toplam 1500 adet kerevit pinteri tespit edilmiştir. Celayir vd. (2006), Keban Baraj gölünde faaliyet gösteren su ürünleri kooperatiflerinde kullanılan çoğunluğu monofilament ve fanyasız yapıda olan 519000 m uzunluğunda uzatma ağı ve 40 000 adet kerevit pinteri tespit etmişlerdir. Monofilament yapıda olan uzatma ağlarının ağ göz açıklıklarının 22-125 mm, multifilament yapıda olan uzatma ağlarının ağ göz açıklıklarının ise 28-180 mm olduğunu ve monofilament yapıdaki ağların avlama etkinliklerinin daha fazla olmasından dolayı balıkçıların bu tip ağlara yöneldiklerini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, kerevit avcılığında kullanılan pinterlerin ise tek girişli, çift venterli 5 çemberli ve germeli olup ağ göz açıklıklarının 13-18 mm olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, kooperatif üyeleri tarafından kullanılan fanyalı ve sade ağların toplam uzunluğu 224320 m olup, fanyalı ağların uzunluğu 58400 m, sade ağların uzunluğu ise 165920 m olarak belirlenmiştir. Kerevit avcılığında kullanılan pinterlerin göz

açıklığı 15-25 mm, boyları ise 75-150 cm arasında değişmektedir. Özellikle gümüş balığı avcılığında kullanılan manyat ağlarının torba göz açıklığı 4-10 mm, kanat uzunlukları ise 50-220 m arasında değişmektedir. Uzatma ağları tekli veya ağlar birbirine bağlanarak ikili gruplar halinde, bir gün öncesinden suya bırakılıp ertesi gün ağın toplanması şeklinde dönek yöntemi ile avcılıkta kullanılmaktadır. Manyat ağları, kanatların bir ucunun kıyıya sabitlenmesi ve tekneyle açılarak suda taranacak bölgenin ağ ile çevrildikten sonra ikinci kanadın ucundaki halatında kıyıya alınması şeklinde kullanılmaktadır. Tuzakların kullanımı ise suya bırakılan kerevit pinterleri birkaç gün sonra kontrol edilerek, yakalanan kerevitlerin alınması şeklindedir. İç sularda yapılan su ürünleri avcılığında çoğunlukla sade uzatma ağlarının kullanıldığı göze çarpmaktadır. Yapısal olarak çok büyük farklılıklar olmamakla birlikte, avlanan suyun derinliği ve av miktarı açısından verimliliğine bağlı olarak, av araçlarının miktar ve büyüklükleri değişiklik göstermektedir.

Doğu ve Güneydoğu Bölgelerindeki su ürünleri kooperatiflerine üye balıkçılar tarafından toplam 530146 ha'lık bir alanda yıllık avlanan su ürünleri miktarı 6355 ton /yıl'dır. Van ili % 70,03'lük oranla üretimde birinci sırada yer almaktadır (Ural ve Canpolat, 2009). Adıyaman ilinin 2013 yılı su ürünleri üretiminin 643 ton olduğu, bunun 172 ton'unun Siraz balığı, 164 ton'unun Bizir balığı ve 156,5 ton'unun ise Sazan balığından oluştuğu belirtilmiştir. Ayrıca avlanan balık türlerinin 1,50-8,00 TL arasında değişen fiyatlarda satıldığı ifade edilmiştir (Bayhan vd., 2014). Mevcut çalışmada, İç Anadolu Bölgesi'nde çalışma yapılan illerdeki avlanan tatlısu üretiminin 2016-2017 av sezonunda sırasıyla, Kırşehir'de 1045 ton, Yozgat'ta 765 ton, Kayseri'de 464,8 ton ve Nevşehir'de 20 ton şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Tüm illerde avlanan balıkların 2017-2018 yılı ortalama perakende satış fiyatları balığın türüne, avlanma miktarına, avcılık zamanına ve büyüklüğüne göre 0,80-15 TL/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Avlanan balık miktarlarındaki farklılıkların en önemli nedenlerinin başında avlak sahasının büyüklüğü gelmektedir. Buna ilaveten balıkçı sayıları ve kullanılan av araçlarının miktarı da üretimi etkilemektedir.

İç Anadolu Bölgesi Su Ürünleri Kooperatifleri tarafından avlanan balıklar sadece iç pazarlara değil aynı zamanda yurtdışı ülkelere de ihraç edilmektedir. Özellikle gümüş balığı, ülkemiz iç sularında yaygın olarak avlanmakta ve bazı Avrupa Birliği ülkelerine önemli miktarlarda ihraç edilmektedir. Diğer balık türlerinin avcılığının yasak olduğu dönemlerde, gümüş balığı balıkçılara alternatif gelir kaynağı olmaktadır.

Karaya çıkarılan av, kabzımallar ve komisyoncular tarafından karaya çıkış noktalarından alınarak pazara sunulmaktadır. Su ürünleri avcılığında en büyük sorunlarından biri de ürünlerin uygun şartlarda ve fiyatlarda pazarlanamamasıdır (Canpolat vd., 2015). Balıkçılar avladığı balıkları taze veya canlı olarak su ürünleri işleme tesislerine, ihracatçı firmalarına, balık satış yerlerine, seyyar satıcılara veya bölge halkına pazarlamaktadır. Ancak bazı balıkçılar ekonomik sıkıntılar nedeniyle komisyoncularla yıllık olarak satış sözleşmesi imzalamakta ve bu durum balıkçının avladığı ürünü daha düşük fiyata satmasına neden olmaktadır. Ayrıca, su ürünleri soğuk depolama tesislerinin bulunmayışından dolayı, avcılığın yoğun olarak yapıldığı dönemde, balıkçılar su ürünlerini muhafaza imkanları bulamayarak ürünlerini ucuza pazarlamak zorunda kalmaktadır.

İç sularda baraj göllerinin çevresinde bulunan yerleşim yerlerinde yaşayan yöre halkına gerek istihdam imkanı gerekse ek ekonomik katkı sağlayan balıkçılık faaliyetlerinin ve balık popülasyonlarının sürdürülebilirliği açısından yapılacak uygulamalar ve alınacak önlemler büyük önem kazanmaktadır. Özellikle avlak sahalarından daha verimli bir şekilde faydalanmak için, yasak ve sınırlamaların uygulanırılığının, bölge halkı ve balıkçılarla işbirliği içerisinde gerçekleştirilecek kontrol mekanizmasıyla, etkin olarak sağlanması, balık türlerinin ve av araç gereçlerinin kullanımını içeren mesleki eğitim seminerlerinin verilmesi ve kendi ürünlerini pazarlayabilmelerine yönelik imkanlar sağlayacak teşvik ve desteklerle balıkçılık faaliyetlerinin artırılması mümkün olabilecektir.

Teşekkür: Bu çalışma Ordu Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir (B-1801 nolu proje).

KAYNAKLAR

- Anonim, (2013). Yozgat il çevre durum raporu 2012. Alıntılanma Adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editedosya/Yozgat_icdr2012.pdf (20.05.2019).
- Anonim, (2018a). Türkiye hidroelektrik santralleri profili. Alıntılanma Adresi: <https://www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/> (20.05.2019)

- Anonim, (2018b). Kırşehir ili coğrafik yapısı. Kırşehir Valiliği, Alıntılanma Adresi: <http://www.kirsehir.gov.tr/cografya> (20.05.2019).
- Anonim, (2018c). Nevşehir ili coğrafik yapısı. Nevşehir Valiliği, Alıntılanma Adresi: <http://www.nevsehir.gov.tr/kurumlar/nevsehir.gov.tr/ilimizrehber/2018yeni/cografi.pdf> (20.05.2019).
- Anonim, (2018d). Kayseri ili coğrafik yapısı. Kayseri Valiliği, Alıntılanma Adresi: <http://www.kayseri.gov.tr/daglar-ovalar-akarsular-ve-goller> (20.05.2019).
- Anonim, (2019). Tarımsal örgütlenme tablosu. Tarım ve Orman Bakanlığı. Alıntılanma Adresi: <http://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Link/33/Tarimsal-Orgutlenme-Tablosu> (03.03.2019).
- Bayhan, Y. K., Korkmaz, S., & Olgunoğlu, M. P. (2014). Adıyaman ili balıkçılığının mevcut durumu ve sorunları. *Yunus Araştırma Bülteni*, 4, 37-46.
- Canpolat, İ., Memişoğlu, E., Gürçay, S., Birici, N., & Arısoy, G. (2015). Elazığ ili su ürünleri kooperatiflerinin mevcut durumu. *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 11-21.
- Celayir, H., Pala, M., & Yüksel, F. (2006). Keban Baraj Gölü Balıkçılığı. *I. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu 7-9 Şubat 2006* (s 259-268), Antalya.
- Duman, E., & Karadağ, Y. (2017). Keban Baraj Gölü Kemaliye Bölgesi'nde kullanılan av araçları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(2), 195-201. DOI: 10.12714/egejfas.2017.34.2.11
- Duman, E. (1998). *Türkiye Balıkçılığı*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Elazığ.
- Karademir, M., & Arat, M. E. (2014). Su ürünleri kooperatiflerinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri: İstanbul ili örneği. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 11(41), 133-156.
- Orsay, B., & Duman, E. (2005). Kemaliye, Peri ve Göktepe bölgelerinde kullanılan balıkçılık av gücü ve çeşitli özelliklerin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(1), 121-129.
- TÜİK, (2018). Su ürünleri istatistikleri. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ural, M., & Canpolat, İ. (2009). Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki su ürünleri kooperatiflerinin yapısı ve av araçları ile balıkçı teknelerinin teknik özellikleri. *Türk Bilim Araştırma Vakfı*, 2(4), 372-384.
- Uzmanoğlu, S., & Soylu, M. (2012). Yeni Karpuzlu Baraj Gölü balıkçılarının sosyo-ekonomik yapısı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(4), 175-179. DOI: 10.12714/egejfas.2013.29.4.05

Length-Weight Relationship and Condition Factor of Aksu goby, *Ponticola turani* (Kovačić & Engin, 2008) from Terme Stream (Turkey)Savaş YILMAZ*^{ID}, Muhammet Mustafa SAKALLI^{ID}

Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

*Corresponding Author: savas.yilmaz@omu.edu.tr**Research Article**

Received 07 February 2020; Accepted 16 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Yılmaz, S., & Sakallı, M. M. (2020). Length-weight relationship and condition factor of Aksu goby, *Ponticola turani* (Kovačić & Engin, 2008) from Terme Stream (Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 353-359. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.686463>**Abstract**

The present study describes the length-weight relationship (LWR) and condition factor of *Ponticola turani* (Aksu goby) based on 214 individuals from Terme Stream, the northern Turkey. Fish were collected by electrofishing in four different months between June 2015 and August 2016. LWRs of females and males were not significantly different within the same sampling month and among sampling months. The *b* value of LWR was calculated as 2.86 for females and 2.85 for males. Negative allometric growth was detected in both sexes, without significant difference between their *b* values. Fulton's condition factor (K) ranged from 0.72 to 1.48 in females and from 0.84 to 1.31 in males; the relative condition factor (K_n) ranged from 0.65 to 1.26 for females and from 0.76 to 1.18 for males. There was a significant difference in mean K of sexes, whereas no considerable difference was detected between their mean K_n . This research reports some biological parameters of Aksu goby for the first time.

Keywords: Allometric growth, Fulton's condition factor, relative condition factor

Terme Çayı (Türkiye)'ndan Aksu Kayabalığı, *Ponticola turani* (Kovačić & Engin, 2008)'nin Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon Faktörü**Özet**

Bu çalışma, Türkiye'nin kuzeyindeki Terme Çayı'dan 214 bireye dayanarak *Ponticola turani* (Aksu kayabalığı)'nin boy-ağırlık ilişkisini ve kondisyon faktörünü açıklamaktadır. Balıklar, Haziran 2015 ile Ağustos 2016 arasında dört farklı ayda elektroşok yöntemiyle toplanmıştır. Dişi ve erkeklerin boy-ağırlık ilişkileri aynı örnekleme ayında ve farklı örnekleme ayları arasında önemli farklılık göstermemiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin *b* değeri dişiler için 2,86 ve erkekler için 2,85 olarak hesaplanmıştır. Her iki eşeyde de negatif allometrik büyüme saptanmıştır ve *b* değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fulton'un kondisyon faktörü (K) dişilerde 0,72 ile 1,48 ve erkeklerde 0,84 ile 1,31 arasında dağılım gösterirken; nispi kondisyon faktörü (K_n) dişiler için 0,65 ile 1,26 ve erkekler için 0,76 ile 1,18 arasında değişmiştir. Eşeylerin ortalama K değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilirken, K_n değerleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır. Bu araştırma Aksu kayabalığının bazı biyolojik parametrelerini ilk kez rapor etmektedir.

Anahtar kelimeler: Allometrik büyüme, Fulton'un kondisyon faktörü, nispi kondisyon faktörü

INTRODUCTION

Ponticola Iljin, 1927 is a genus of the family Gobiidae. It was originally described as subgenus of *Neogobius* and transferred to the genus level because of molecular analysis (Neilson and Stepien, 2009). *Ponticola* is endemic to Black and Caspian Seas and does not enter Marmara and Mediterranean Seas (Freyhof, 2011). This genus includes 17 valid species identified in the Black Sea and Caspian Sea basins (Fricke et al., 2020). It is represented in Turkish freshwaters by 8 species (Çiçek et al., 2015), 2 of which are endemic to Turkey (Kovačić and Engin, 2008; Çiçek et al., 2018).

Aksu goby, *Ponticola turani* (Kovačić and Engin, 2008) is one of the strict freshwater inhabitants among the species of the genus *Ponticola* (Freyhof, 2011). It is categorized as vulnerable (VU) by the International Union of Conservation for Nature (IUCN) (Freyhof, 2014). To the best of our knowledge, no study has been carried out on the biology of this species. To this end, length-weight and length-length relationships and condition factor of Aksu goby inhabiting Terme Stream were examined.

MATERIALS and METHODS

Terme Stream is located by the east of Samsun in the Central Black Sea region (Turkey). It is formed by the merging of Yeşilköy, Ayazma and Çağlayan streams which was born from the northern slopes (1100-1300 m) of the Canik Mountains. Terme Stream takes Kızlar stream, flowing from the east, near Şeyhli Village, and moves towards the northeast. It is poured into the Black Sea from the Çaltı Cape, 4 km east of Terme district (Figure 1). The total length from upstream to downstream is approximately 55 km (Uncu, 1995). Uğurlu (2006) reported the occurrence of 14 species from Terme Stream: *Alburnus derjugini*, *Barbus tauricus*, *Carassius gibelio*, *Capoeta tinca*, *Neogobius fluviatilis*, *Babka gymnotrachelus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Ponticola turani*, *Rhodeus amarus*, *Rutilus rutilus*, *Salmo labrax*, *Squalius sp.*, *Syngnathus abaster* and *Vimba vimba*.

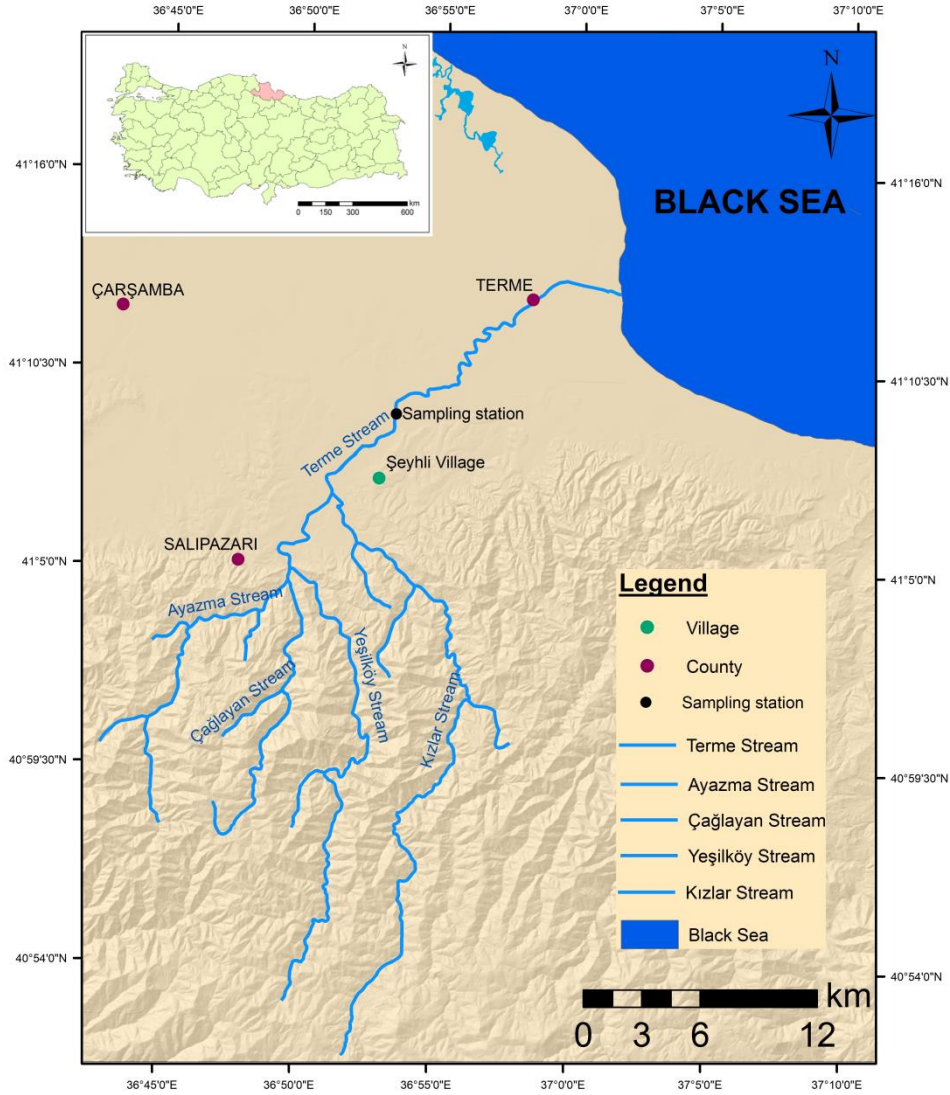


Figure 1. The map of the sampling area

Fish samplings were carried out through four events in June 2015, February 2016, April 2016, and August 2016. Specimens were collected by electrofishing from one locality (41°09' N-36°53' E) in Terme Stream. A few of the caught fish were preserved in 4% formaldehyde for the species identification. All other samples were immediately stored in ice, brought to the laboratory, and kept in a freezer at -18 °C for further analysis. The species were identified according to Kovačić and Engin (2008). All frozen fish were thawed at the room temperature, washed in tap water, and dried with a paper towel. Then, the total length (TL) and standard length (SL) of each specimen were measured by caliber to an accuracy of ± 0.01 mm and length data were converted to cm for standard use, and fish

weight (W) was weighed by a digital balance to an accuracy of ± 0.01 g. Gonads were examined for sex determination. The deviation of the female: male ratio from the expected 1:1 ratio was checked by the chi-square (χ^2) test (Zar, 1999).

Length-weight relationships were determined by applying the exponential regression equation $W=aL^b$, where W is the fish weight (g), L is the total length (cm), a and b are equation parameters (Bagenal and Tesch, 1978). Variables a and b were estimated by linear regression of the logarithmic transformation of the equation in question. LWRs were obtained separately for females, males, and all individuals. The parameter b values of LWRs of females and males were compared for a significant difference in the same sampling month and among sampling months by ANCOVA test, sex, or sampling period as the main factor and total length as a covariate. In determining the growth type of fish, the difference of b value from 3 was examined (t -test, $b=3$ isometric growth, $b<3$ negative allometric growth, $b>3$ positive allometric growth) (Zar, 1999).

The conditions of Aksu goby individuals were evaluated both by Fulton's condition factor (K) and the relative condition factor (K_n). Fulton's condition factor is calculated with the formula $K=W/L^3 \times 100$ (Ricker, 1975) and the relative condition factor with $K_n=W/\hat{W}$ (Le Cren, 1951), where W is the fish weight (g), \hat{W} is the weight (g) obtained from the length-weight relationship, and L is the total length (cm) of the fish. K and K_n values of fish were determined separately according to sampling month and total length class (1 cm interval) of female and male specimens. The differences between condition factors of females and males in the same sampling month were checked by t -test, and ANOVA test was used to compare the differences in mean K and K_n among four sampling months (Zar, 1999). The TL-SL relationship was determined separately for females, males, and both sexes using linear regression ($y=a+bx$).

RESULTS and DISCUSSION

Of the total of 214 individuals, 140 (65%) were females and 74 (35%) were males. The overall sex ratio of females to males was calculated as 1: 0.52. This ratio was found to be different from the expected 1: 1 ratio ($\chi^2=20.355$, $P<0.001$). In June 2015 and February 2016, it was 1: 0.65 ($\chi^2=2.483$, $P>0.05$) and 1: 0.44 ($\chi^2=1.923$, $P>0.05$), respectively. However, female to male ratio was 1: 0.56 ($\chi^2=6.050$, $P<0.05$) in April 2016 and 1: 0.40 ($\chi^2=11.571$, $P<0.010$) in August 2016. The sex ratio may change at different times in the same population, being influenced by several factors such as reproductive behavior, food availability, and environmental conditions (Nikolsky, 1963). Given the fact that the study species can show complex reproductive behavior in which males excavate nests and defend territories, obtaining different sex ratios by the same method at different times is possible.

Length and weight descriptive statistics as well as the parameters of the length-weight relationship of *P. turani* for each sampling month are given in Table 1. Total length ranged from 4.68 cm to 10.76 cm and total weight from 1.12 g to 12.92 g. The values of coefficient b in this study were within the expected range of 2.5-3.5 (Froese, 2006), but they can vary between 2 and 4 (Bagenal and Tesch, 1978). The parameter b of monthly LWRs of females and males ranged from 2.77 (August) to 3.12 (February) and from 2.45 (April) to 2.95 (August), respectively. No significant difference was observed in the b values of LWRs of females and males within the same sampling month and among sampling months (ANCOVA, $P>0.05$). The variable b of LWR was calculated as 2.86 for females, 2.85 for males, and 2.84 for combined sexes. The difference between the b values of females and males was found insignificant (ANCOVA, $P>0.05$). The variations in b values from 3 were statistically significant (lower) according to sampling months and sexes. This result indicates that the growth of *P. turani* is negative allometric, meaning that the fish become less stout as length increases (Neumann et al., 2012). Length-weight relationships in fish are not constant over the entire year and vary depending on the factors such as food availability, feeding rate, gonad development and spawning period (Bagenal and Tesch, 1978), all of which were not considered in this study. The parameters estimated in the present work should be used only for sampling time since *P. turani* specimens were collected in different months and years.

Table 1. Descriptive statistics and estimated parameters of the length-weight relationship (LWR) of *P. turani* from Terme Stream

Sampling date	Sex	N	TL (cm)		W (g)		Parameters of LWR			
			Min	Max	Min	Max	<i>a</i>	<i>b</i>	95% CI of <i>b</i>	<i>r</i> ²
June 2015	F	35	6.10	10.19	2.57	9.91	0.015	2.85	2.65-3.05	0.96
	M	23	7.13	9.64	3.52	8.70	0.016	2.80	2.19-3.41	0.81
	Both	58	6.10	10.19	2.57	9.91	0.018	2.76	2.56-2.94	0.94
February 2016	F	9	7.03	9.06	3.82	9.05	0.008	3.12	2.37-3.88	0.93
	M	4	7.51	9.22	4.90	8.81	0.014	2.88	0.95-4.81	0.92
	Both	13	7.03	9.22	3.82	9.05	0.010	3.04	2.49-3.60	0.93
April 2016	F	51	5.81	9.44	2.85	9.18	0.017	2.81	2.58-3.04	0.93
	M	29	7.32	10.47	5.05	12.37	0.037	2.45	2.15-2.76	0.91
	Both	80	5.81	10.47	2.85	12.37	0.020	2.74	2.62-2.86	0.96
August 2016	F	45	4.68	10.76	1.10	11.19	0.017	2.77	2.62-2.92	0.97
	M	18	4.80	10.34	1.20	12.92	0.013	2.95	2.84-3.05	0.99
	Both	63	4.68	10.76	1.10	12.92	0.015	2.85	2.74-2.95	0.98
Total	F	140	4.68	10.76	1.10	11.19	0.015	2.86	2.77-2.93	0.98
	M	74	4.80	10.47	1.20	12.92	0.015	2.85	2.75-2.94	0.98
	Both	214	4.68	10.76	1.10	12.92	0.015	2.84	2.79-2.89	0.98

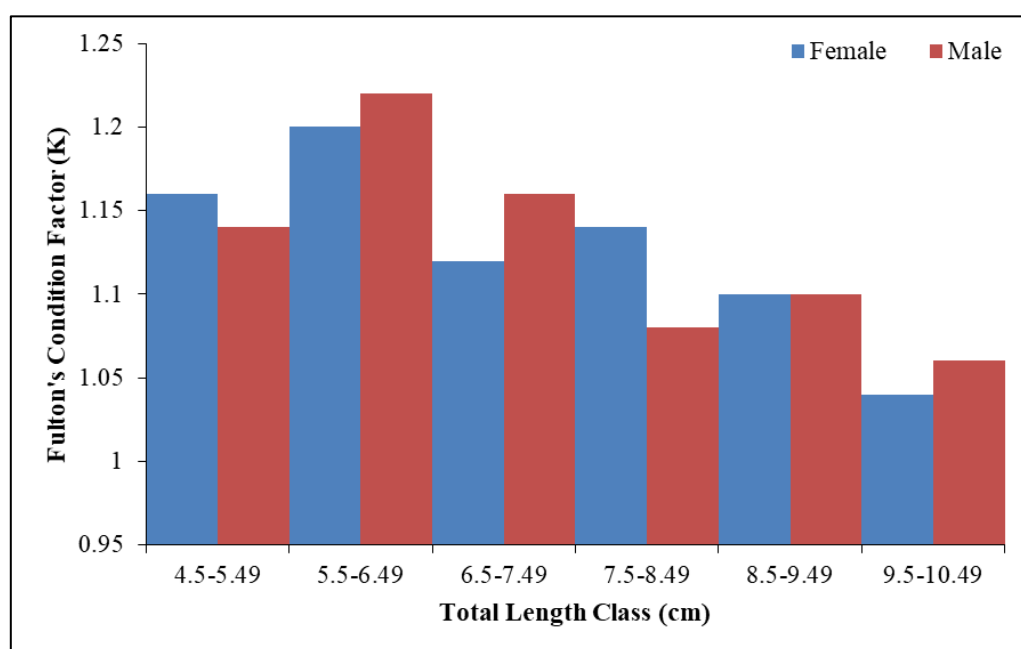
F, female; M, male; N, sample size; TL, total length; W, weight; Min, minimum; Max, maximum; CI, confidence interval, *r*², coefficient of determination

Fulton's condition factor (K) ranged from 0.72 to 1.48 (mean 1.14) in females and from 0.84 to 1.31 (mean 1.10) in males (Table 2). A significant difference was observed in mean K between females and males (*t*-test, *P*>0.05). In females, the lowest mean K was found in February and the highest in April; in males, the lowest mean K was found in June and the highest in August (Table 2). There was a significant difference in the mean K of females and males among sampling months (ANOVA, *P*<0.05). The mean K values of sexes were not statistically different within February and August. The mean Fulton's condition factor concerning length group is shown in Figure 2. For both sexes, the highest mean K value was observed in the 5.5-6.49 cm length group. After that, the K values of specimens with a total length of more than 6.49 cm displayed a downward trend in both females and males. This situation may be attributed to factors such as feeding regime and state of gonadal development.

Table 2. Descriptive statistics of Fulton's condition factor (K) and the relative condition factor (K_n) for females and males of Aksu goby inhabiting Terme Stream

Sampling date	Variable	Sex	N	Mean	SD	Min	Max
June 2015	K	F	35	1.10	0.06	0.94	1.24
		M	23	1.04	0.09	0.84	1.21
		Both	58	1.08	0.08	0.84	1.24
	K_n	F	35	0.99	0.06	0.87	1.14
		M	23	1.00	0.09	0.80	1.15
		Both	58	0.98	0.07	0.77	1.15
February 2016	K	F	9	1.08	0.08	0.96	1.23
		M	4	1.07	0.08	0.98	1.16
		Both	13	1.08	0.08	0.96	1.23
	K_n	F	9	1.05	0.08	0.92	1.18
		M	4	0.99	0.07	0.90	1.05
		Both	13	0.99	0.07	0.88	1.12
April 2016	K	F	51	1.17	0.10	0.95	1.48
		M	29	1.12	0.09	0.97	1.31
		Both	80	1.15	0.09	0.95	1.48
	K_n	F	51	1.00	0.08	0.81	1.21
		M	29	1.01	0.06	0.87	1.12
		Both	80	0.99	0.07	0.79	1.17
August 2016	K	F	45	1.15	0.10	0.72	1.30
		M	18	1.16	0.06	1.07	1.25
		Both	63	1.15	0.09	0.72	1.30
	K_n	F	45	1.02	0.08	0.71	1.17
		M	18	0.98	0.05	0.90	1.05
		Both	63	1.00	0.07	0.67	1.12
Total	K	F	140	1.14	0.09	0.72	1.48
		M	74	1.10	0.09	0.84	1.31
		Both	214	1.13	0.09	0.72	1.48
	K_n	F	140	1.00	0.08	0.65	1.26
		M	74	1.00	0.08	0.76	1.18
		Both	214	1.03	0.08	0.69	1.30

F, female; M, male; N, sample size; SD, standard deviation; Min, minimum; Max, maximum

**Figure 2.** Mean Fulton's condition factor per length class for both sexes of *P. turani* from Terme Stream

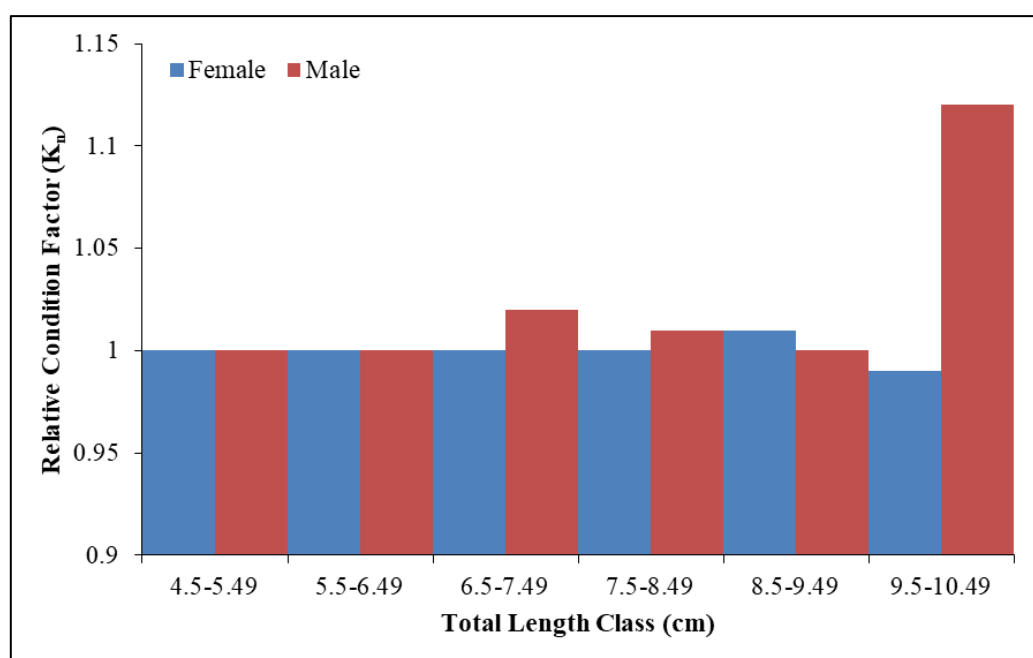


Figure 3. Mean relative condition factor per length class for both sexes of *P. turani* from Terme Stream

The relative condition factor (K_n) ranged from 0.65 to 1.26 (mean 1.00) for females and from 0.76 to 1.18 (mean 1.00) for males (Table 2). No significant difference was detected in mean K_n between sexes (t -test, $P > 0.05$). In females, the highest mean K_n was found in February and the lowest mean K_n was found in June; in males, the highest mean K_n was found in April and the lowest mean K_n was found in August (Table 2). No significant difference was detected in mean K_n between females and males within the same sampling month (t -test, $P > 0.05$) and among sampling months (ANOVA, $P > 0.05$). The lowest and highest mean K_n values were observed in the 9.5-10.49 cm length class (Figure 3). The mean K_n values were 1 or above in the other length classes for both females and males. According to Le Cren (1951), $K_n \geq 1$ status indicates good condition, whereas $K_n < 1$ status indicates the poor condition. K_n values of *P. turani* show that it is good in terms of condition.

The condition factor is an important variable that indicates whether any fish are healthy or not or whether it feeds adequately or not. The changes observed in the condition factor value primarily information about the development of gonad and the degree of nutrition (Wootton, 1990). On the other hand, the condition factor is affected by several factors including habitat, season, age, and reproductive period (Williams, 2000), yet they were not accounted for in the current study.

The relationship between total length and standard length was obtained as $TL = 2.617 + 1.157SL$ ($R^2 = 0.998$) for females, $TL = 0.538 + 1.202SL$ ($R^2 = 0.994$) for males, and $TL = 0.112 + 1.186SL$ ($R^2 = 0.991$) for all specimens.

In conclusion, this study provides the first data on the length-weight and length-length relationships, and condition factors of Aksu goby that would be useful for fisheries biologists and managers in Turkey. Potential conservation actions require much more data on the species biology.

Acknowledgments: This study was produced from the second author's master thesis. The authors would like to thank Dr. Melek Özpiçak, Dr. Semra Saygın, Enes Hançer, and Aykut Aydın for their help in sampling and laboratory processes. The authors also thank Dr. Ali İmamoglu for the sampling area map and Dr. Cüneyt Kaya for his suggestions on species identification.

REFERENCES

- Bagenal, T.B., & Tesch, F. W. (1978). Age and growth. In: *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters* (ed., T.B. Bagenal), Blackwell Science Publication, Oxford, pp. 101-136.
- Çiçek, E., Birecikligil, S. S., & Fricke, R. (2015). Freshwater fishes of Turkey: a revised and updated annotated checklist. *Biharean Biologist*, 9 (2), 141-157.
- Çiçek, E., Fricke, R., Sungur, S., & Eagderi, S. (2018). Endemic freshwater fishes of Turkey. *FishTaxa*, 3(4), 1-39.

- Freyhof, J. (2011). Diversity and distribution of freshwater gobies from the Mediterranean, the Black and Caspian Seas. *The Biology of Gobies*. (Eds., Patzner, R., Van Tassell, J. L., Kovacic, M., & Kapoor, B. G.), Science Publishers, Enfield, New Hampshire, pp. 279-288.
- Freyhof, J. (2014). *Ponticola turani*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T19513755A19849709.en>. Accessed 02 March 2020.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van der Laan, R. 2020. Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Retrieved from <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Accessed 01 March 2020.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241-253.
- Kovačić, M., & Engin, S. (2008). Two new species of *Neogobius* (Gobiidae) from northeastern Turkey. *Cybium*, 32(1), 73-80.
- Le Cren, C. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Neilson, M. E., & Stepien, C. A. (2009). Escape from the Ponto-Caspian: evolution and biogeography of an endemic goby species flock (Benthophilinae: Gobiidae: Teleostei). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52(1), 84-102.
- Neumann, R. M., Guy, C. S., & Willis, D. W. (2012): *Length, weight, and associated indices*. In: *Fisheries Techniques*. (Eds., Zale, A. V., Parrish, D. L., Sutton T. M.), American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, pp. 637-676.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. Academic Press, London.
- Ricker, W. A. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canadian, 191, Ottawa.
- Uğurlu, S. (2006). *Determination of the freshwater ichthyofauna in the province of Samsun, Turkey*. PhD Thesis, Ondokuz Mayıs University, Samsun.
- Uncu, L. (1995). *Physical geography researches and natural environmental problems in Terme Stream and Kocamandere Stream basins*. Master Thesis, Ankara University, Ankara.
- Williams, J. E. (2000). The coefficient of condition of fish. In: *Manual of Fisheries Survey Methods II: With Periodic Updates* (ed., Schneider, J. C.), Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report 25, Ann Arbor, pp: 1-2.
- Wootton, R. J. (1990). *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, 663, New Jersey.

Histopathological Evaluation of Zebrafish (*Danio rerio*) Intestinal Tissue After Imidacloprid Exposure

Cansu AKBULUT¹, Nazan Deniz YÖN¹

Sakarya University Department of Biology, Serdivan, Sakarya, Turkey

Corresponding author: cansua@sakarya.edu.tr

Research Article

Received 07 February 2020; Accepted 16 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Akbulut, C., & Yön, N. D. (2020). Histopathological evaluation of Zebrafish (*Danio rerio*) intestinal tissue after imidacloprid exposure. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 360-365. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.688863>

Abstract

The use of pesticides has been increasing day by day to increase productivity in agriculture. Pesticides used in the agricultural area mix into the aquatic ecosystem through rains and groundwater etc. and it threatens the life of aquatic organisms. Nowadays, one of the most used pesticide group is neonicotinoids. Imidacloprid is the most well known in this group. In this study, it was aimed to observe the histopathological effects of imidacloprid in zebrafish intestinal tissue. Adult zebrafish individuals were administered imidacloprid in concentrations of 9.5, 19, and 38 mg.L⁻¹ for 5 days. When tissues are examined under light microscopy, deterioration of villi morphology, degeneration in brush border structure of epithelial cells, hyperplasia in Goblet cells, and enterocytes due to inflammation, enlargement, and disintegration in lamina propria were detected. Also, hypertrophy of the smooth muscle cells and thickening in the muscularis externa layer were observed. Dysplasia was detected in the small intestine tissues in samples belonging to the highest concentration group.

Keywords: imidacloprid, intestine, histopathology, zebrafish, teleost

İmidakloprid Uygulamasının Zebra Balığı (*Danio rerio*) İnce Bağırsak Dokusunda Oluşturduğu Histopatolojik Etkiler

Özet

Tarımda verimliliği artırmak için pestisit kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Tarımsal alanda kullanılan pestisitler, yağmurlar, yeraltı suları vb. yollarla sucul ekosisteme karışmakta ve sucul canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Günümüzde en çok kullanılan pestisit gruplarından biri de neonicotinoidlerdir. İmidakloprid, bu grubun içinde en çok bilinenidir. Bu çalışmada imidaklopridin zebra balığı bağırsak dokusunda yarattığı histopatolojik etkilerin gözlenmesi amaçlanmıştır. Balıklara 5 gün boyunca 9.5, 19 ve 38 mg.L⁻¹lik konsantrasyonlarda imidakloprid uygulanmıştır. Dokular ışık mikroskopunda incelendiğinde, villus morfolojisinde bozulma, epitel hücrelerinde fırçamsı kenar yapısında dejenerasyon, inflamasyona bağlı olarak Goblet hücrelerinde ve enterositlerde hiperplazi, villuslarda birleşme, lamina propriada genişleme ve dağılma, muscularis externa tabakasında kalınlaşma ve bu tabakadaki düz kas hücrelerinde hipertrofi gibi etkiler gözlenmiştir. En yüksek konsantrasyon grubuna ait örneklerde ince bağırsak dokularında displazi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: imidakloprid, ince bağırsak, histopatoloji, zebra balığı, teleost

INTRODUCTION

The use of chemicals in modern agriculture has been increasing efficiency. The most important of these chemicals are undoubtedly pesticides. Pesticides are chemicals used to kill living things like insects, weeds, fungi, bacteria, etc. Pesticides generally have the ability to destroy a wide variety of pests or weeds, but some have been developed against specific pests or pathogens (Jayaraj et al., 2016).

Neonicotinoids are the group of pesticides that are commonly used in agriculture. Pesticides such as imidacloprid, acetamiprid, thiloprid, dinotefuran, nitenpyramide, thiametoxam, and clotianidine are included in the neonicotinoid group (Gupta and Milatovic, 2014).

Imidacloprid [1- (6-Chloro-3-pyridinylmethyl) -N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine] is the most widely used and best-known neonicotinoid pesticide in the world (Zhu et al., 2017). It is a broad-spectrum pesticide used for killing pests such as termites, fleas, aphids, fly larvae in many food products, grass and ornamental plant breeding in the agricultural area (Sheets, 2010). Imidacloprid kills insects by acting on the central nervous system. By blocking nicotinic acetylcholine receptors, it

prevents impulse delivery of acetylcholine between nerves, resulting in insect paralysis and eventual death.

As imidacloprid is frequently used in agriculture, they mix with the aquatic ecosystem via storm, runoff, and groundwater (Gupta et al., 2002; Weston et al., 2015). This situation especially affects the life of aquatic organisms. Therefore, in this study, it was aimed to investigate the effects of imidacloprid exposure on zebrafish small intestine tissue by histological methods.

Zebrafish (*Danio rerio*) is a frequently preferred model organism in developmental biology and ecotoxicology studies (Koç et al., 2009; Akbulut et al., 2017). These 4-6 cm silver-colored fish are vertebrate models used to detect toxins in water samples, to reveal diseases and mechanisms caused by environmental toxins. These fish can be used with genetic modifications not only to model human diseases but also to better understand the etiology and mechanisms of environmental diseases and model the effects of environmental toxins on health (Bambino and Chu, 2017).

MATERIALS and METHODS

Test Chemical

Imidacloprid (CAS No: 138261-41-3) was purchased from Sigma Aldrich (Germany).

Test Animal and Experimental Design

Zebrafish were obtained from the Aquaculture Laboratory of the Biology Department of Sakarya University. During the experiment, the fish were kept alive under standard laboratory conditions ($28 \pm 1^\circ\text{C}$ temperature, 14 hours light / 10 hours dark photoperiod, 7.0 ± 0.5 pH). The fish used in the experiment were divided into 4 groups ($n=10$), as 1 control and 3 experimental groups. The imidacloprid concentrations applied to the experimental groups were determined according to the 96-hour LC_{50} concentration (76.08 mg.L^{-1}) (Wu et al., 2018). The experimental groups were exposed with 9.5 mg.L^{-1} , 19 mg.L^{-1} , and 38 mg.L^{-1} imidacloprid, respectively. After 5 days of exposure, zebrafish were anesthetized with MS-222 and the small intestine tissues were dissected.

Histological Studies

The intestinal tissues were fixed with Bouin's fixative for 24 hours, then the water in the tissue was removed by passing through an ascending series of ethyl alcohol (70%, 95%, 100%). The tissues were cleared in xylene and embedded in paraffin according to the section plane. With the help of microtome, $5 \mu\text{m}$ thick sections were taken and sections were examined under light microscopy after staining with Hematoxylin-Eosin (H&E) and Periodic Acid Schiff (PAS).

RESULTS

When the samples belonging to the control group were examined, no histopathological changes were observed. Transverse sections taken from the small intestine tissue are examined and the villus structure and layers are photographed. Serosa, muscularis externa, and mucosa layers were observed. Columnar epithelial cells and Goblet cells located individually and scattered between these cells were visualized on the lumen-facing part of the mucosa. Lamina propria was observed just below the epithelial layer. (Figure 1a, 1b).

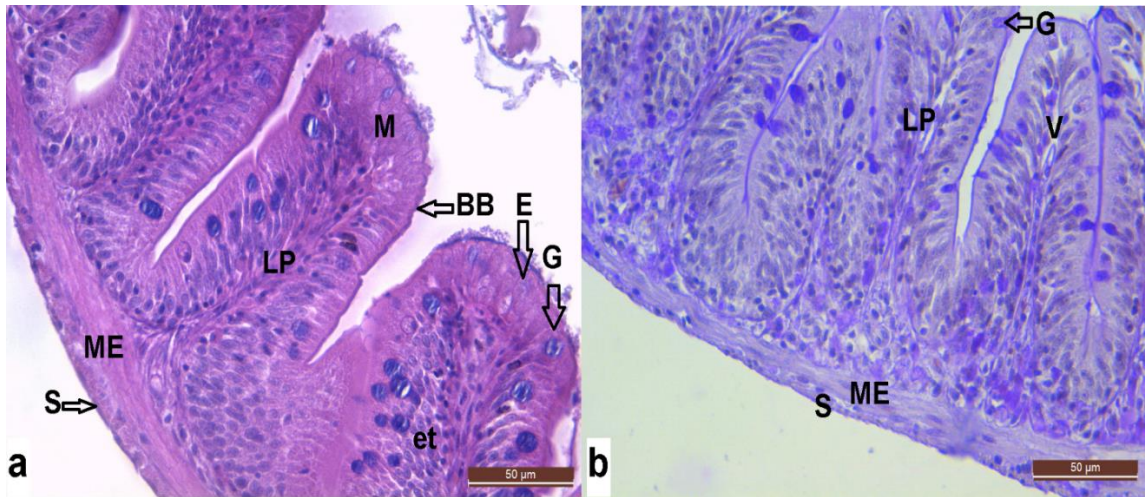


Figure 1. Intestinal tissue at the control group, S: serosa, ME: muscularis externa, LP: lamina propria, M: mucosa, BB: brush border, E: epithelium, G: Goblet cell, V: villus, et: enterocytes, a- H&E stain, b-PAS stain.

In 9.5 mg.L^{-1} imidacloprid exposed group, fusion was detected in the apical of the villi (Figure 2a). Morphological differentiation was observed in some villi structures (Figure 2b, 2d). Compared with the control group, hypertrophy was observed in Goblet cells. In the samples belonging to this group, hyperplasia was detected in the enterocytes within the villi. Vacuolization was observed in lamina propria (Figure 2c). Deformation and disintegration were noticeable in lamina propria (Figure 2d).

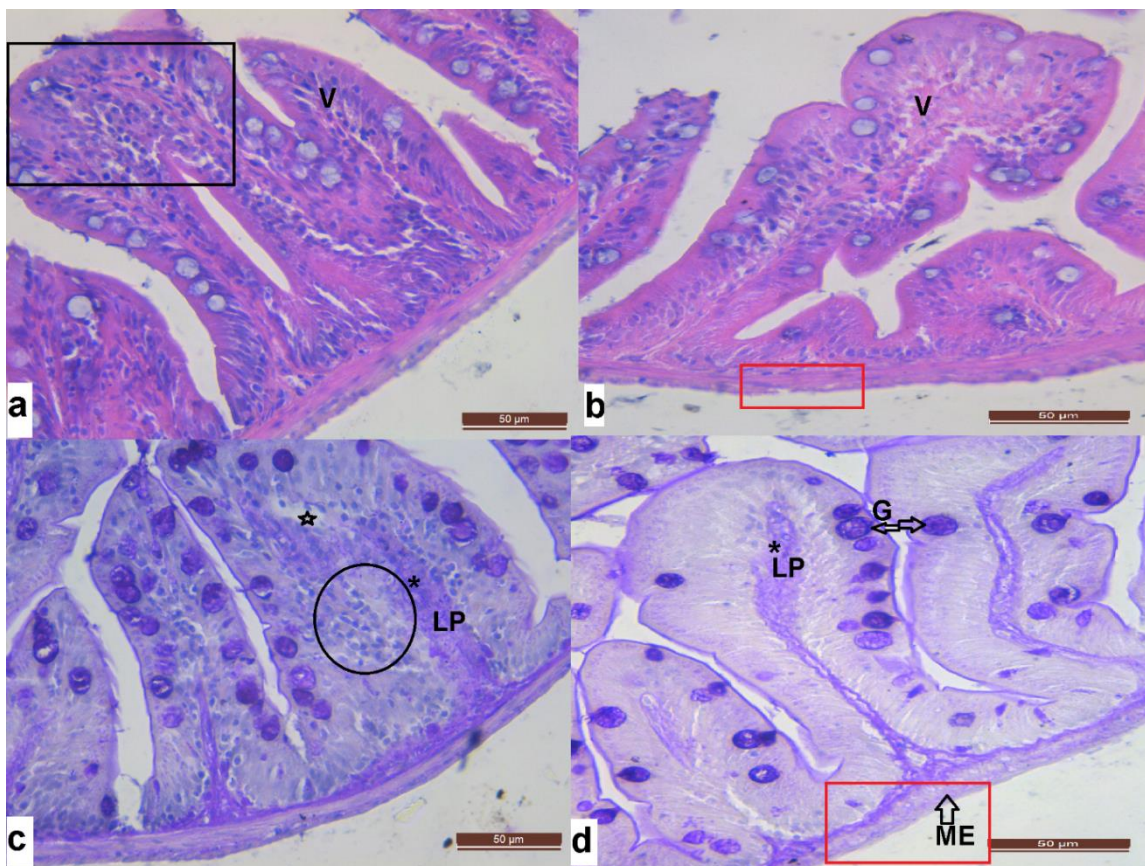


Figure 2. Intestinal tissue of 9.5 mg.L^{-1} imidacloprid exposed group. V: villus, LP: lamina propria, G: Goblet cell, ME: muscularis externa, black rectangle: fusion of villi, red rectangle: disruption of muscularisexterna, star: vacuolization at lamina propria, *: deformation of lamina propria, circle: hyperplasia of enterocytes, a,b- H&E stain, c,d-PAS stain.

In Goblet cells, hyperplasia and loss of cell polarity were observed in 19 mg.L⁻¹ imidacloprid exposed group (Figure 3a). When the mucosal region was examined, inflammatory cell infiltrate was seen in lamina propria (Figure 3a). In the samples belonging to this group, fusion was detected in the villi structures (Figure 3b, 3c, 3d). Thickening of muscularis externa and hypertrophy was observed in smooth muscle cells were also observed. Expansion, disintegration, and bifurcation of connective tissue were noted. (Figure 3c).

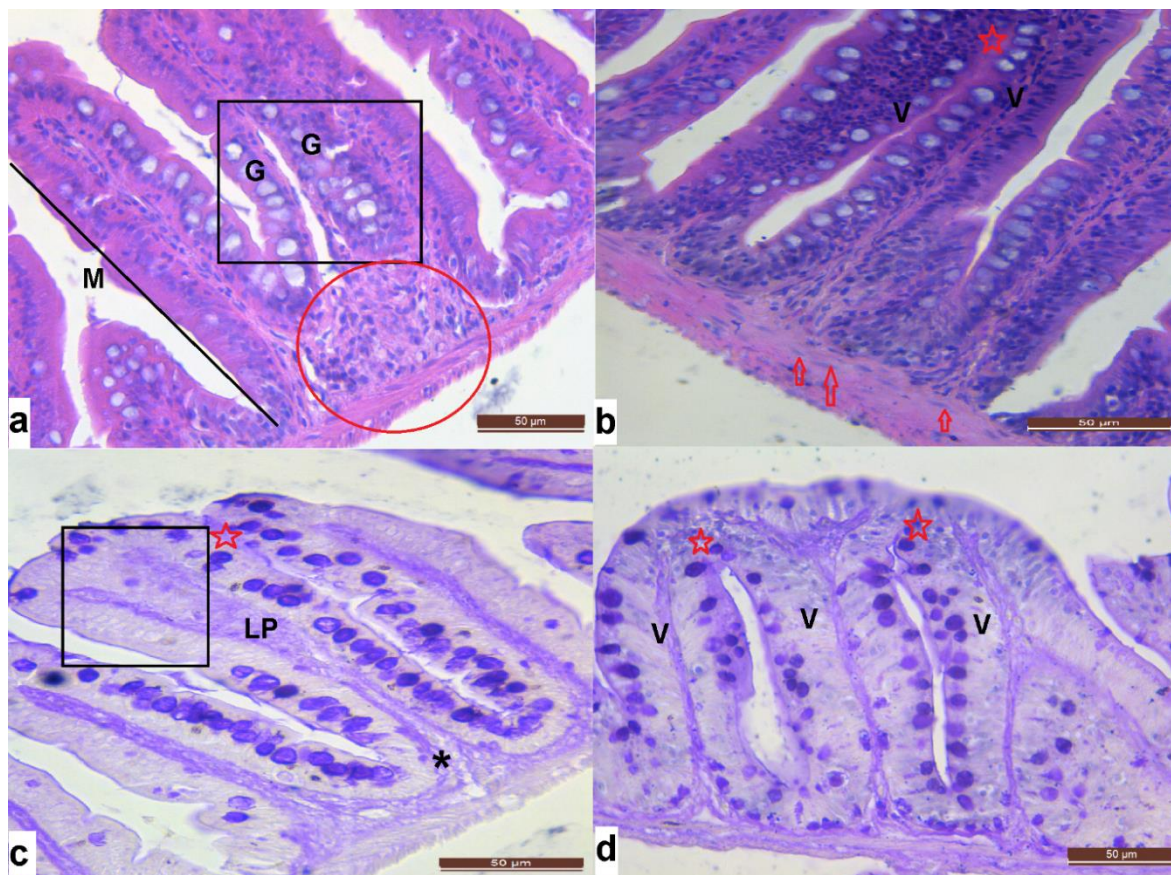


Figure 3. Intestinal tissue of 19 mg.L⁻¹ imidacloprid exposed group. V: villus, M: mucosa, G: Goblet cell, LP: lamina propria, rectangle: loss of cell polarity at Goblet cells, circle: inflammatory cell infiltrate, square: branching of lamina propria, arrow: hipertrophy of smooth muscle cells, star: fusion of villi, a,b- H&E stain, c,d-PAS stain.

When the tissues in the 38 mg.L⁻¹ imidacloprid exposed group were compared with other groups, the histopathological effects were found more severe. In this group, total fusion, increase in the number of enterocytes, inflammatory cell infiltrate were observed in intestinal tissues (Figure 4a). Disruption in villus morphology and degeneration in lamina propria were noteworthy (Figure 4b, 4c, 4d). Bifurcation (Figure 4b, 4d) and enlargement (Figure 4c) were detected in the lamina propria. The brush border structure of epithelial cells was disrupted (Figure 4b). The formation of pseudocrypt in villi was seen (Figure 4c). In muscularis externa, vacuolization (figure 4a, 4b, 4c, 4d) and thickening (Figure 4c) were displayed. It was observed that some smooth muscle cells in the muscularis externa were extensive hypertrophic and others were necrotic (Figure 4c). As seen in the 19 mg.L⁻¹ exposed group, loss of cell polarity and hypertrophy were noticed in Goblet cells (Figure 4a, 4d). Nuclear atypia, cellular pleomorphism and aberrant mitotic cells, which are indicators of dysplasia were visualized in the cells of the villi (Figure 4d).

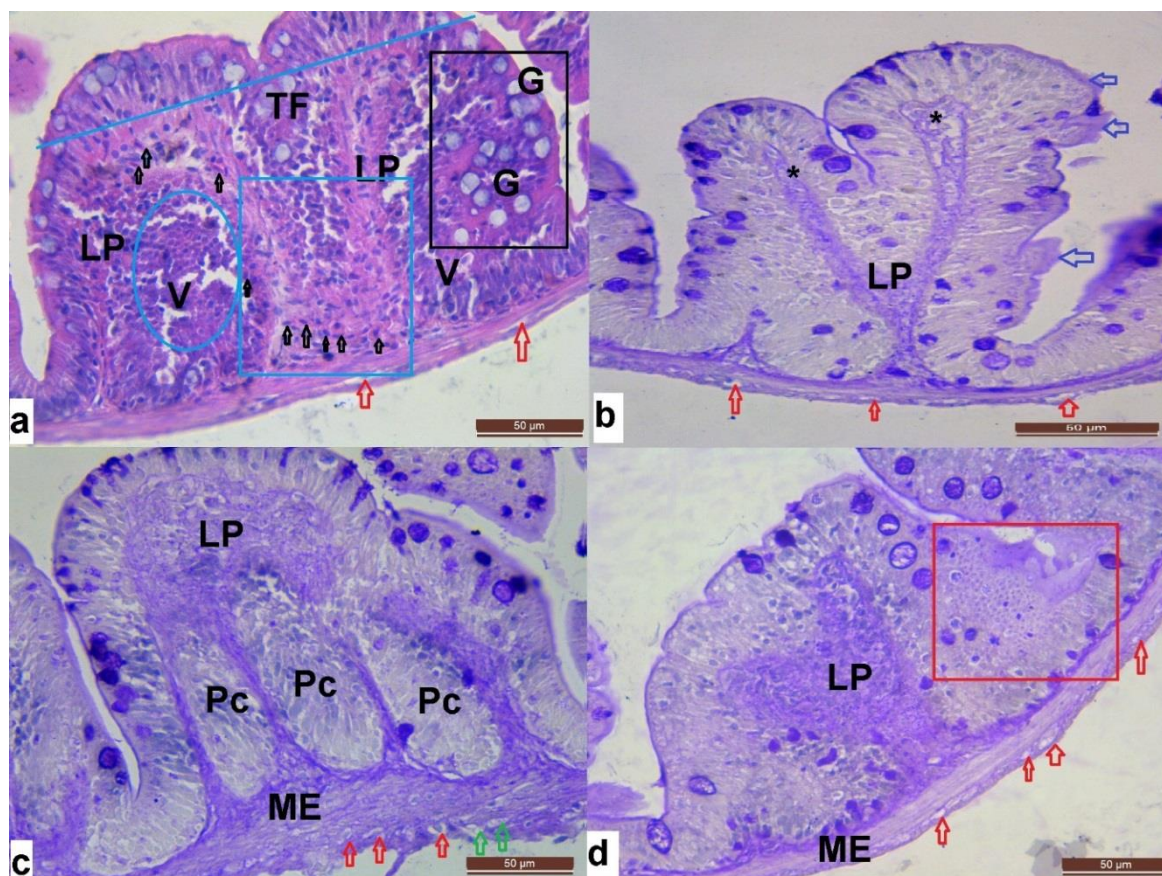


Figure 4. Intestinal tissue of 38 mg.L^{-1} imidacloprid exposed group. V: villus, G: Goblet cell, LP: lamina propria, ME: muscularis externa, TF: total fusion, Pc: pseudocrypt, black rectangle: loss of cell polarity at Goblet cells, blue circle: hyperplasia of enterocytes, blue rectangle: inflammatory cell infiltrate, black arrow: erythrocytes, blue arrow: disruption of brush border, red arrow: hypertrophy of smooth muscle cells, red rectangle: nuclear atypia and aberrant mitotic cells, a,b- H&E stain, c,d-PAS stain.

DISCUSSION and CONCLUSION

Pesticide residues can be an important source of contamination for environmental factors such as air, water, and soil. This situation can become a constant threat to the lives of plant and animal communities (Jayaraj et al., 2016).

Studies examining the damage caused by environmental pollutants in the intestinal tissue of fish by histological methods are limited. Velmurugan et al. (2007) investigated the histopathological effects of lambda-cyhalothrin, a pyrethroid pesticide, in intestinal tissues of *Cirrhinus mrigala*. They detected atrophy in epithelial cells and eosinophil infiltration in lamina propria in intestinal tissues treated with lambda-cyhalothrin.

The histopathological effects of lindane, one of the organochlorine pesticides, on the intestine tissue of *Channa punctata*, a teleost fish, were investigated (Bhattacharjee and Das, 2015). As a result of the study, it was concluded that lindane exposure caused inflammatory cell infiltration in intestinal tissues, vacuolization in epithelial cells, proliferation in Goblet cells, and induced necrosis. In a like manner, in our study, inflammatory cell infiltration and Goblet cell count increased. Similarly, mancozeb, an organophosphate pesticide, causes histopathological changes in the intestine tissue of fish like other pesticides. Das and Gupta (2013) examined the effects of mancozeb on *Esomus danricus* in the intestinal tissues using histological methods and as a result of the study, they observed effects such as ulceration and vacuolization and chronic inflammatory cell infiltration in the mucosa layer. Unlike this study, no ulceration was found in our study.

The histological effects of thiodan (endosulfan), one of the pesticides frequently used in agriculture, were investigated on mosquitofish, *Gambusia affinis* intestine tissues by Cengiz et al. (2001). Lymphocyte accumulation, edema, degeneration, disintegration of villi, picnotic nuclei, and necrosis were detected in lamina propria. Unlike this study, edema in the lamina propria and

fragmentation of the villi were not observed in our study. Similar to the findings of Cengiz et al. (2001), cells with edema, picnotic nuclei, and atypical nuclei were also observed.

In another study examining the histopathological changes of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in zebrafish intestine tissue, findings such as hyperplasia in goblet cells, degeneration and edema formation in villi structures, and necrosis and atrophy in epithelial cells were observed (Yön Ertuğ et al., 2014). The results of this study are consistent with our findings.

Zebrafish intestinal morphology is quite homologous to that of higher vertebrates (Brugman, 2016). Therefore, the results obtained here will also be important in terms of understanding the damage caused by environmental pollutants in higher vertebrates.

REFERENCES

- Akbulut, C., Öztürk, B., Genc, H., Zengin M., & Yön N.D. (2017) Developmental Toxicity of (4S)-2- (4-hydroxy-3-methoxyphenyl) thiazolidine-4-carboxylic acid in Zebrafish (*Danio rerio*). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60, e17160547.
- Bambino, K., & Chu, J. (2017). Zebrafish in Toxicology and Environmental Health. *Current Topics in Developmental Biology*, 124, 331–367.
- Bhattacharjee, D., & Das, S. (2015). Intestinal histopathology as a biomarker for lindane toxicity in teleost fish, *Channa punctata*. *Global Journal of Biology Agriculture and Health Sciences*, 4(3),16-18.
- Brugman, S. (2016). The zebrafish as a model to study intestinal inflammation. *Developmental & Comparative Immunology*, 64, 82-92.
- Cengiz, E.İ., & Ünlü, E., & Balcı, K. (2001). The histopathological effects of thiodan on the liver and gut of mosquitofish, *Gambusia affinis*, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 36(1), 75–85.
- Das, S., & Gupta, A. (2013). Histopathological changes in the intestine of indian flying barb (*Esomus danricus*) exposed to organophosphate pesticide, Malathion (EC50). *Global Journal of Biology Agriculture and Health Sciences*, 2(2), 90-93.
- Gupta, R.C., & Milatovic, D. (2014). Insecticides. In R.C. Gupta (Ed.), *Biomarkers in Toxicology*. (pp. 389-407). Academic Press, Cambridge, USA.
- Gupta, S., Gajbhiye, V.T., Kalpana, N.P., & Agnihotri, N.P. (2002). Leaching behavior of imidacloprid formulations in soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68, 502–508.
- Jayaraj, R., Megha, P., & Puthur, S. (2016). Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment. *Interdisciplinary Toxicology*, 9(3),90-100.
- Koç, N.D., Muşlu, M.N., Kayhan, F.E., & Çolak, S.Ö. (2009). Histopathological changes in ovaries of zebrafish (*Danio rerio*) following administration of deltamethrin. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(10), 1872-1878.
- Sheets, L.P. (2010). Imidacloprid: A Neonicotinoid Insecticide. In R. Krieger (Ed.), *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology* (pp. 2055-2064). Academic Press, Cambridge, USA.
- Velmurugan, B., Selvanayagam, M., Cengiz, E.İ., & Unlu E. (2007). Histopathology of lambda-cyhalothrin on tissues (gill, kidney, liver and intestine) of *Cirrhinus mrigala*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 24(3), 286-291.
- Weston, D.P., Chen, D., & Lydy, M.J. (2015). Stormwater-related transport of the insecticides bifenthrin, fipronil, imidacloprid, and chlorpyrifos into a tidal wetland, San Francisco Bay, California. *Science of the Total Environment*, 527–528, 18–25.
- Wu, S., Li, X., Liu, X., Yang, G., An, X., Wang, Q., & Wang, Y. (2018). Joint toxic effects of triazophos and imidacloprid on zebrafish (*Danio rerio*). *Environmental Pollution*, 235, 470-481.
- Yön Ertuğ, N.D., Akbulut C., Abar M., & Güneş S. (2014). The Histopathological effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on intestine tissue of zebrafish (*Danio rerio*). *Elixir Pollution*, 74, 27021-27024.
- Zhu, Y.C., Yao, J., Adamczyk, J., & Luttrell, R. (2017). Synergistic toxicity and physiological impact of imidacloprid alone and binary mixtures with seven representative pesticides on honey bee (*Apis mellifera*). *PLoS One*, 12(5), e0176837.

The Water Mites (Acari: Hydrachnidia) of Isparta Province, Turkey**Furkan DURUCAN*¹**  **Yunus Ömer BOYACI²** ¹Işıklar Caddesi No. 16, Antalya, Turkey²Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Eğirdir Fisheries, Isparta, Turkey*Corresponding author: f_durucan@hotmail.com**Research Article**

Received 21 February 2020; Accepted 16 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Durucan, F., & Boyacı, Y. Ö. (2020). The Water Mites (Acari: Hydrachnidia) of Isparta province, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 366-369. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.692323>**Abstract**

This paper presents the first results of a study on water mites (Acari: Hydrachnidia) of Isparta (Turkey) using published papers a list was compiled of the water mite fauna of Isparta. We obtained the records for 121 species of hydrachnid mites, representing 39 genera and 21 families. The family Hygrobatidae is the highest number of species in Isparta with 19 species.

Keywords: Acari, Hydrachnidia, Biodiversity, Isparta, Turkey.

Isparta İlinin (Türkiye) Su Akarları (Acari: Hydrachnidia)**Özet**

Bu çalışmada, Isparta ili sınırlarından bugüne kadar tespit edilen su akarları (Acari: Hydrachnidia) liste halinde sunulmuştur. Isparta ili hydrachnid su akarları 21 familya, 39 cins ve 121 tür ile temsil edilmektedir. Hygrobatidae 19 tür ile en yüksek tür sayısı içeren familya olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Akar, Hydrachnidia, Biyoçeşitlilik, Isparta, Türkiye.

INTRODUCTION

Numerous studies on water mites have been carried out by scientists to date from different parts of Turkey. The total number of known water mites (Acari, Hydrachnidia) of Turkey is 335 species, in 62 genera and 25 families (Erman et al., 2019). The first hydrachnid mite record “*Hydryphantes parmulator*” from Isparta is reported by Boyacı and Özkan in (2001). After this study, there have been some studies that had been done in the district of Isparta. But the most comprehensive study which is a TUBITAK project was performed by (Boyacı et al., 2010a) in the Turkish Lakeland, including Isparta.

MATERIALS and METHODS

The data using in this study are taken from fieldworks between 1993-2010 which contain data on the distribution of water mites in Isparta are included in the systematic part of this paper. In this study, we have reported previously water mites of Isparta as a list.

RESULTS and DISCUSSION

According to the published studies (Boyacı, 2010; Boyacı et al., 2010a, b; Boyacı et. al. 2012a, b; Gülle and Boyacı, 2012; Gülle et al., 2017), the total number of species recorded from Isparta up to date is 121 species, in 39 genera and 22 families (Table 1). The family Hygrobatidae ranks first with 19 species followed by Torrenticolidae with 15 species, Sperchontidae with 14 species, Arrenuridae with 13 species, Anisitsiellidae with 8 species, Lebertidae with 8 species, Hydryphantidae and Aturidae with 6 species, Hydryphantidae with 5 species, Unionicolidae, Pionidae and Protzidae with 4 species, Feltridae with 3 species, Eylidae, Limnesiidae and Mideopsidae with 2 species, and all remaining families (Acherontacaridae, Teutoniidae, Oxidae, Axonopsidae, Limnocharidae, and Hydrovolziidae) with 1 species each. We expect that more collecting in streams and interstitial habitats in Isparta, temporary habitats, moorland pools, and standing water with a good water quality will result in a much number of species.

Table 1. Water mites (Acari: Hydrachnidia) of Isparta

Family	Species
Acherontacaridae (1)	<i>Acherontacarus anatolicus</i> Boyacı, Özkan and Didinen, 2010
Eylaidae (2)	<i>Eylais extendens</i> (Müller, 1776) <i>Eylais setosa</i> (Koenike, 1897)
Hydryphantidae (5)	<i>Dacothyas kandilliensis</i> Oezkan & Bader, 1988 <i>Panisopsis setipes</i> K. Viets, 1911 <i>Panisis michaeli</i> Koenike, 1896 <i>Panisis torrenticolus</i> Piersig, 1898 <i>Trichothyas petrophila</i> (Michael, 1895)
Sperchontidae (14)	<i>Sperchon brevirostris</i> Koenike, 1895 <i>Sperchon clupeifer</i> Piersig, 1896 <i>Sperchon denticulatus</i> Koenike, 1895 <i>Sperchon fundamentalis</i> Bader and Sepasgosarian, 1980 <i>Sperchon glandulosus</i> Koenike, 1886 <i>Sperchon hispidus</i> (Koenike, 1895) <i>Sperchon longissimus</i> Viets, 1920 <i>Sperchon papillosus</i> Thor, 1901 <i>Sperchon rostratus</i> Lundblad, 1969 <i>Sperchon senguni</i> Özkan, 1982 <i>Sperchon setiger</i> Thor, 1898 <i>Sperchon thienemanni</i> Koenike, 1907 <i>Sperchon thori</i> (Koenike, 1900) <i>Sperchonopsis verrucosa</i> (Protz, 1896)
Teutoniidae (1)	<i>Teutonia cometes</i> Koch, 1837
Anisitsiellidae (8)	<i>Bandakia concreta</i> Thor, 1913 <i>Limnolegeria longiseta</i> Motaş, 1928 <i>Nilotonia longipora</i> (Walter, 1925) <i>Nilotonia tegulata</i> Viets, 1951 <i>Nilotania turcica</i> Özkan and Soysal, 1989 <i>Nilotania vietsi</i> Bader and Sepasgosarian, 1980 <i>Shivatonia ispartaensis</i> Boyacı and Özkan, 2007 <i>Shivatonia turcicus</i> Boyacı, 2010
Lebertidae (8)	<i>Lebertia fimbriata</i> Thor, 1899 <i>Lebertia glabra</i> Thor, 1897 <i>Lebertia harnischi</i> Viets, 1926 <i>Lebertia inaequalis</i> (Koch, 1837) <i>Lebertia leioderma</i> Viets, 1925 <i>Lebertia lineata</i> Thor, 1904 <i>Lebertia martini</i> Gülle and Boyacı, 2012 <i>Lebertia tuberosa</i> (Thor, 1914)
Oxidae (1)	<i>Oxus longisetus</i> (Berlese, 1885)
Torrenticolidae (15)	<i>Monatractides aberratus</i> (Lundblad, 1941) <i>Monatractides adoratus</i> Di Sabatino and Gerecke, 1996 <i>Monatractides lusitanicus</i> (Lundblad, 1941) <i>Monatractides stadleri</i> Walter, 1921

	<i>Torrenticola anomala</i> (Koch, 1837)
	<i>Torrenticola barsica</i> (Szalay, 1933)
	<i>Torrenticola brevirostris</i> (Halbert, 1911)
	<i>Torrenticola disabatinola</i> Pešić, 2004
	<i>Torrenticola dudichi</i> (Szalay, 1933)
	<i>Torrenticola elliptica</i> Maglio, 1909
	<i>Torrenticola longirostris</i> (Szalay, 1933)
	<i>Torrenticola maglioi</i> Koenike, 1908
	<i>Torrenticola nana</i> Di Sabatino and Gerecke, 2003
	<i>Torrenticola persica</i> Pešić, 2003
	<i>Torrenticola thori</i> (Halbert, 1944)
<hr/>	
Hygrobatidae (19)	<i>Atractides acutirostris</i> (Motaş and Angelier, 1927)
	<i>Atractides dentipalpis</i> Walter, 1935
	<i>Atractides distans</i> (K. Viets, 1914)
	<i>Atractides fluviatilis</i> (Szalay, 1929)
	<i>Atractides fonticolus</i> (K. Viets, 1920)
	<i>Atractides gibberipalpis</i> Piersig, 1898
	<i>Atractides gracilipes</i> (Angelier, 1951)
	<i>Atractides nodipalpis</i> Thor, 1899
	<i>Atractides ovalis</i> Koenike, 1883
	<i>Atractides pennatus</i> (K. Viets, 1920)
	<i>Atractides persicus</i> Pešić and Asadi, 2010
	<i>Atractides protendens</i> K. O. Viets, 1955
	<i>Atractides rutae</i> (Lundblad, 1941)
	<i>Hygrobates calliger</i> Piersig, 1826
	<i>Hygrobates decaporus</i> (Koenike, 1895)
	<i>Hygrobates fluviatilis</i> (Ström, 1768)
	<i>Hygrobates longipalpis</i> (Hermann, 1804)
	<i>Hygrobates nigromaculatus</i> Lebert, 1879
	<i>Hygrobates quanaticola</i> Schwoerbel and Sepasgozarian, 1976
<hr/>	
Unionicolidae (4)	<i>Neumania deltoides</i> Piersig, 1894
	<i>Unionicola crassipes</i> Müller, 1776
	<i>Unionicola gracilpalpis</i> (Viets 1908)
	<i>Unionicola minuta</i> (Soar, 1900)
<hr/>	
Aturidae (6)	<i>Albia stationis</i> Thor, 1899
	<i>Aturus crinitus</i> Thor, 1902
	<i>Barbaxonella taurusensis</i> Boyacı, Gülle and Didinen, 2012
	<i>Brachypoda mutila</i> Walter, 1928
	<i>Kongsbergia lundbladi</i> Szalay, 1956
	<i>Kongsbergia materna</i> (Thor, 1899)
<hr/>	
Arrenuridae (13)	<i>Arrenurus bicuspidator</i> Berlese, 1885
	<i>Arrenurus bruzelii</i> Koenike, 1885
	<i>Arrenurus dileri</i> Boyacı and Özkan, 2004
	<i>Arrenurus globulator</i>
	<i>Arrenurus fontinalis</i> Viets, 1920
	<i>Arrenurus furcillatus</i> Viets, 1930
	<i>Arrenurus maculator</i> (Müller, 1776)

	<i>Arrenurus nagysalloensis</i> Szalay, 1934
	<i>Arrenurus radiatus</i> Piersig, 1894
	<i>Arrenurus robustus</i> (Müller, 1776)
	<i>Arrenurus rodrigensis</i> Lundblad, 1954
	<i>Arrenurus truncatellus</i> (Müller, 1776)
	<i>Arrenurus walkanoffi</i> Viets, 1926
Limnesiidae (2)	<i>Limnesia undulata</i> (Müller, 1776)
	<i>Limnesia walteri</i> Migot, 1926
Pionidae (4)	<i>Piona alpicola</i> (Piersig, 1896)
	<i>Piona carnea</i> (Koch, 1836)
	<i>Piona obturbans</i> (Piersig, 1896)
	<i>Tiphys torris</i> (Müller, 1776)
Mideopsidae (2)	<i>Mideopsis crassipes</i> Soar, 1907
	<i>Mideopsis orbicularis</i> (Müller, 1776)
Axonopsidae (1)	<i>Axonopsis paxillatus</i> Uchida and Imamura, 1951
Feltridae (3)	<i>Feltria baderi</i> Özkan, 1982
	<i>Feltria minuta</i> Koenike, 1892
	<i>Feltria rubra</i> Piersig, 1898
Hydrovolziidae (1)	<i>Hydrovolzia placophora</i> (Monti, 1905)
Hydryphantidae (6)	<i>Georgella helvetica</i> (Haller, 1882)
	<i>Hydrodroma despiciens</i> (Müller, 1776)
	<i>Hydryphantes dispar</i> (Schaub, 1888)
	<i>Hydryphantes flexiosus</i> (Koenike, 1885)
	<i>Hydryphantes parmulatus</i> Koenike, 1912
	<i>Hydryphantes ruber</i> (Geer, 1778)
Limnocharidae (1)	<i>Limnocharis aquatica</i> (Linnaeus, 1758)
Protzidae (4)	<i>Protzia caucasica</i> (Protz, 1896)
	<i>Protzia eximia</i> Protz, 1896
	<i>Protzia rotundus</i> Walter, 1918
	<i>Protzia squamosa</i> Walter, 1908

REFERENCES

- Boyaci, Y.Ö. (2010). *Shivatonia turcicus* sp. nov., a new species (Acari: Hydrachnidia: Bharatoniinae) of *Shivatonia* from Turkey. *Systematic and Applied Acarology*, 15, 139-145.
- Boyaci, Y.Ö., & Özkan, M. (2001). A new species of *Hydryphantes* Koch, 1841 (Hydryphantidae, Hydrachnellae, Acari) for the Turkish Fauna. *Turkish Journal of Zoology*, 25, 369-373.
- Boyaci, Y.Ö., Özkan, M., Didinen, H., & Gülle, P. (2010a). Goller Bölgesi Su Kenesi (Hydrachnidia, Acari) Faunası, TÜBİTAK Project number: 107T321", 232p.
- Boyaci, Y.Ö., Özkan, M., & Didinen, H. (2010b). A new species of *Acherontacarus* (Acari, Hydrachnidia) from the Taurus Mountains (Southern Turkey): *Acherontacarus anatolicus* n. sp. *Turkish Journal of Zoology*, 34, 291-295.
- Boyaci, Y.Ö., Gülle, P., & Didinen, H. (2012a). A new water mite species (Hydrachnidia: Aturidae) from Turkey: *Barbaxonella taurusensis* sp. nov.. *Turkish Journal of Zoology*, 36(4), 481-483.
- Boyaci, Y.Ö., Gülle, P., & Gülle, İ. (2012b). Köprüçay Irmağı (Antalya) ve Kolları Su Kenesi (Hydrachnidia) Faunası. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 29-32.
- Erman, O., Gülle, P., Özkan, M., Candogan, H., & Boyaci, Y.Ö. (2019). Checklist of the water mites (Acari: Hydrachnidia) of Turkey: First supplement. *Zootaxa*, 4686(3), 376-396.
- Gülle, P., & Boyaci, Y.Ö. (2012). Water mites of the genus *Lebertia* Neuman, 1880 (Acari, Hydrachnidia, Lebertiidae) from Turkey, with the description of one new species. *Zookeys*, 238, 23-30.
- Gülle, P., Gülle, İ., & Boyaci, Y.Ö. (2017). Burdur İli Su Kenesi (Hydrachnidia: Acari) Faunası. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(Ek Sayı 1), 218-220.

Karadeniz'de 2013-2014 Av Sezonunda Avlanan Hamsinin (*Engraulis encrasicolus*) Büyümesinin ve Ölüm Oranlarının Farklı Modellerle Belirlenmesi

Ebru SOLAK¹ , Sabri BİLGİN^{2*} 

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Rize, Türkiye

²Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop, Türkiye

*Sorumlu Yazar: srbilgin@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 24 Şubat 2020; Kabul 07 Ağustos 2020; Basım 01 Eylül 2020.

Alıntılama: Solak, E., & Bilgin, S. (2020). Karadeniz'de 2013-2014 av sezonunda avlanan hamsinin (*Engraulis encrasicolus*) büyümesinin ve ölüm oranlarının farklı modellerle belirlenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 370-386. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.693367>

Özet

Bu çalışma, Eylül 2013 ve Nisan 2014 tarihleri arasında Doğu Karadeniz sahillerinde avcılık yapan ticari gırgır teknelerinden örneklenen hamsi balığının yaşa dayalı altı farklı büyüme modeline göre (von Bertalanffy, Gompertz, Lojistik ya da Richards, Üssel, Morgan Mercer Flodin ve Weibull) büyümesi ve dört ölüm oranı modeline göre (Pauly, 1980; Djabali vd., 1993; Alagaraja, 1984 ve Srinath, 1998) ölüm oranının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Toplamda 5486 balık örneklenmiş ve 1265 balığın yaş tayini yapılmıştır. Dişilerin ortalama boyu erkeklerden daha büyük hesaplanmıştır ($P < 0,05$). Erkekler için Weibull ($AIC = 2593,5$; $L_{\infty} = 19,6 \text{ cm}$ ve $K = 0,031 \text{ yıl}^{-1}$) ve Morgan Mercer Flodin ($AIC = 2593,8$; $L_{\infty} = 17,0 \text{ cm}$ ve $K = 0,108 \text{ yıl}^{-1}$), dişi için ise von Bertalanffy ($AIC = 5725,42$; $L_{\infty} = 11,1 \text{ cm}$ ve $K = 2,064 \text{ yıl}^{-1}$) ve Üssel ($AIC = 5725,4$; $L_{\infty} = 11,1 \text{ cm}$ ve $K = 2,065 \text{ yıl}^{-1}$) büyüme modellerinin en uygun modeller olduğu belirlenmiştir. Av eğrisi yöntemine göre hesaplanan dişilerin toplam ölüm katsayısı ($Z = 3,5 \text{ yıl}^{-1}$) erkeklerden ($Z = 3,3 \text{ yıl}^{-1}$) daha büyük hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan doğal ölüm oranı (M) en düşük Djabali vd. (1993) modelinde, en yüksek ise Srinat (1998) modelinde hesaplanmıştır. Farklı büyüme modeli parametreleri kullanılarak hesaplanan doğal ölüm oranları ve M verileri kullanılarak hesaplanan işletme oranı (E) değerleri 2014-2015 av sezonunda hamsi stokunun optimum değerden ($E = 0,5$) daha yüksek bir derecede işletildiğini yani av baskısı altında olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Hamsi, büyüme modelleri, balıkçılık yönetimi, Karadeniz

Determination of Growth and Mortality Rates of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Caught in the Black Sea in 2013-2014 Fishing Season with Different Models

Abstract

This study was conducted to describe age-based growth by six different growth models (von Bertalanffy, Gompertz, Logistic or Richards, Exponential, Morgan Mercer Flodin, Weibull) and mortality by four different empirical mortality models (Pauly, 1980; Djabali et al., 1993; Alagaraja, 1984; Srinath, 1998) of the anchovy obtained from commercial purse seine between September 2013 and April 2014 on the coast of the Eastern Black Sea. Of the 5486 sampled fish, the age of 1265 (824 females, 441 males) was determined. The mean total length (TL) of females was significantly greater than the mean total length of males ($P < 0.05$). The Weibull ($AIC = 2593.5$; $L_{\infty} = 19.6 \text{ cm}$ and $K = 0.031 \text{ year}^{-1}$) and Morgan Mercer Flodin ($AIC = 2593.8$; $L_{\infty} = 17.0 \text{ cm}$ and $K = 0.108 \text{ year}^{-1}$) models for males, the von Bertalanffy ($AIC = 5725.4$; $L_{\infty} = 11.1 \text{ cm}$ and $K = 2.064 \text{ year}^{-1}$) and Exponential ($AIC = 5725.4$; $L_{\infty} = 11.1 \text{ cm}$ and $K = 2.065 \text{ year}^{-1}$) models for females considered as the most suitable growth models. The total instantaneous mortality rate calculated by the catch curve method, Z , was estimated higher for females (3.5 year^{-1}) than males (3.3 year^{-1}). Instantaneous natural mortality ratio, M , was estimated lower in Djabali et al. (1993) model and highest in Srinat (1998) model for both sexes. Natural mortality rates calculated using different growth model parameters and exploitation rate (E) values calculated using M data showed that the anchovy stock was exploitation at a higher degree than the optimum exploitation ($E = 0.5$) criterion, which is indicative of overfishing in the anchovy population in the 2014-2015 fishing season.

Keywords: Anchovy, growth models, fisheries management, Black Sea.

GİRİŞ

Hamsi (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) ülkemizde en çok avlanan küçük boylu pelajik bir balık olup, 3-4 yaşına kadar yaşayan kısa ömürlü ve çevresel duyarlılığı yüksek bir türdür (Prodanov

vd., 1997; Bilgin, 2006; Bat vd., 2007; Ağırbaş vd., 2010). Bundan 60-70 yıl önce 1950'li yılların ortasında cinsi olgunluk boyuna ulaşmış bir hamsinin üreme sezonu boyunca 5 bin - 40 bin civarında yumurtayı 4 - 5 batında yumurtladığı rapor edilmesine rağmen (Slastenenko, 1955/1956), son yapılan bir çalışmada ise üreme sezonu boyunca (5 ay süreyle) ortalama 184 bin civarında yumurtayı günde 2-3 kez yumurtlayarak yaklaşık 50 batında yumurtladığı bildirilmiştir (Lisovenko ve Andrianov, 1996). Yumurtadan çıkan larva başlangıçta ağız açıklığına uygun büyüklükteki plankton ile beslenmekte ve hayat evresinin diğer aşamalarında (örneğin toplam boyu > 6,1 cm olan bireyler) başta balık yumurtası ve larvası olmak üzere Copepoda, Ctenophor gibi zooplanton ile ve Cyanophyceae, Chlorophyceae, Dinophyceae ve Bacillariophyceae gibi fitoplankton ile beslenir (Mazlum vd., 2017). Bu şekilde beslenerek cinsi olgunluğa kadar (1 yaş) hızlı bir şekilde büyüyen hamsi bir yaşında iken ömrü boyunca ulaşabileceği maksimum boyun %70,6'lık kısmına ulaşır (Bilgin vd., 2016). Diğer balık türlerinde olduğu gibi Karadeniz'de avlanan hamsi stokları, bu şekilde büyüme ve üreme ile artmakta, balıkçılık kaynaklı ölümler ve doğal ölümlerle ise azalmaktadır (Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005).

Balıklerde büyüme zamanla boy ve ağırlık artışı olarak tanımlanmakla beraber, boyca büyüme hayat evrelerinin ilk aşamalarında muhtemelen cinsi olgunluğa kadarki aşamada hızlı ve yaş ilerledikçe yavaş bir seyir gösterir (von Bertalanffy, 1951; Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005). En yaygın hayvan büyümesi, büyüme oranlarının zamanla sürekli olarak azalması ve nihayetinde organizmanın yetişkinlerde sabit bir duruma ulaşmasıdır (von Bertalanffy, 1951). Belirli bir tür için bireylerin büyüme düzenini açıklamak için çeşitli büyüme modelleri önerilmiştir. Genellikle von Bertalanffy, Gompertz, Richards, Morgan Mercer Flodin ve Weibull gibi doğrusal olmayan büyüme modelleri yaşam boyunca belirli bir türün büyümesini tanımlamak için kullanılmaktadır (Fitzhugh, 1976; Quinn ve Deriso, 1999; Henderson ve Seaby, 2006). Bu modellerin büyüme eğrisi genellikle sigmoid veya S şeklinde bir eğridir. Tüm büyüme modelleri arasında, von Bertalanffy modeli çoğu balık türünün büyümesini tanımlamada en uygun olanıdır (Fitzhugh, 1976; Quinn ve Deriso, 1999; Henderson ve Seaby, 2006; Haddon, 2011). Ancak, hazırlanan yaş boy verileri seti kullanılarak yapılan hesaplamalarda, bazı balık türlerinin büyümesini tanımlamada veya kullanılan büyüme modelinin parametrelerinin biyolojik olarak yorumlanmasındaki uygunluk, veri uyumunun iyi olması, vücut şekli gibi nedenlerden dolayı (Fitzhugh, 1976) Karadeniz'de Zargana balığı (*Belone euxini*) (Bilgin vd., 2014) ve İskorpit balığı (*Scorpaena porcus*) (Demirhan ve Can, 2009) diğer bölgelerde ise Pervane balığı (*Masturus lanceolatus*) (Liu vd., 2009) ve Vatoz balığı (*Bathyrja minispinosa*) (Ainsley vd., 2011) gibi bir çok balık türünün büyümesi farklı büyüme modelleriyle tanımlanmıştır.

Bilgi toplama, analiz, planlama, danışma, karar verme, kaynakları pay etme, formülleştirme ve uyarılma, diğer balıkçılık hedeflerinin başarılması ve kaynakların verimliliğinin devamının sağlanması için gerekli durumlarda yaptırım uygulanan balıkçılık aktivitelerini yöneten kural veya düzenlemeler gibi entegre bir süreç olan balıkçılık yönetimi (Cochrane, 2002) için balık stoklarındaki olası değişiklikleri izleme çalışmalarının sonuçları oldukça önemlidir. Türkiye'de hamsi balıkçılık yönetimine veri sağlamak amacıyla; popülasyon dinamiği kapsamında 1985 yılından günümüze kadar özellikle av sezonları içerisinde hamsinin büyüme ve ölüm oranlarını içeren bir çok çalışma bazı av sezonlarında kesiklikler olsa da periyodik olarak yapılmıştır. Söz konusu çalışmalarda av sezonlarına göre hamsi için yaş-boy kompozisyonu, von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri (L_{∞} , K ve t_0), balıkçılık (F) ve doğal ölüm oranı (M), işletme oranı (E) gibi parametrelerin değişimi izlenmiş ve izlenmektedir. Bu çalışmada, Eylül 2013 ve Nisan 2014 tarihleri arasında (2013-2014 av sezonunda) Doğu Karadeniz sahillerinde avcılık yapan ticari gırgır teknelerinden örneklenen hamsi balığının (*E. encrasicolus*) yaş kompozisyonu, boy kompozisyonu, yaşlardaki ortalama boy değerleri, farklı büyüme modellerine göre hesaplanan büyüme parametreleri ve ölüm oranı incelenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Alanı ve Örneklem

Hamsi balığı örneklemeleri aylık olarak Eylül 2013 ve Nisan 2014 tarihleri arasında Doğu Karadeniz sahillerinde (Rize ve Trabzon sahilleri) avcılık yapan ticari gırgır teknelerinden elde edilmiştir. Avcılık sonrasında yakalanan avdan bir kasa (yaklaşık 18 kg) hamsi balığı alınmış ve incelenmek üzere Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Laboratuvarına getirilmişlerdir. Laboratuvarda balıkların uzunlukları 1 mm hassasiyetle ölçülmüş, ağırlıkları 0,001 g hassasiyetle tartılmış ve cinsiyetleri belirlenerek kaydedilmiştir. Yaş tayininde kullanılmak üzere sagittal otolitleri çıkarılarak üzerine balık numarası ve örneklem tarihi yazılı eppendorf tüplere

yerleştirilerek ileride yaş tayinlerinin yapılması için saklanmışlardır.

Yaş tayini

Yaş halkalarını belirlemek için uygulanan işlemler

Hamsi otolitlerinin opak (koyu: kış halkası) ve hyalin (şeffaf: yaz halkası) halkaların belirlenmesi için farklı boylardaki balıklara ait sagitta otolitleri kullanılmıştır. En doğru şekilde yaş tayinlerinin yapılabilmesi için Avşar (2005) tarafından önerilen genel yaş tayini işlemi ölçüt alınarak sagitta otolitlere aşağıda belirtilen 5 farklı işlem uygulanmış, sagitta otolitlerin üzerindeki opak ve hyalin yaş halkalarının daha belirgin bir hale getirilmesi için uygun yaş belirleme prosedürü belirlenmiştir.

i) Farklı boylardaki balıklara (n = 20) ait otolitler üzerinden ilk yaş okuma işlemi yapılmıştır. Ependolf tüplerinde bulunan otolitler, içerisinde %96'lık etil alkol çözeltisi konulan petri kaplarına ayrı ayrı yerleştirilmiş ve 5-10 dakika kadar bekletilmiştir. Otolitlerin üzerindeki zar baş ve işaret parmağı arasında ovularak çıkarılmış ve otolitler parlak bir görünüm almıştır. Bu şekilde hazırlanan otolitlerin yaş halkaları mikroskop altında incelenmiştir. Bu yöntem sonucunda incelenen otolitlerin yaş halkalarının belirgin olmadığı, otolitin çekirdeği ve en fazla bir yaş halkası görülebilmektedir.

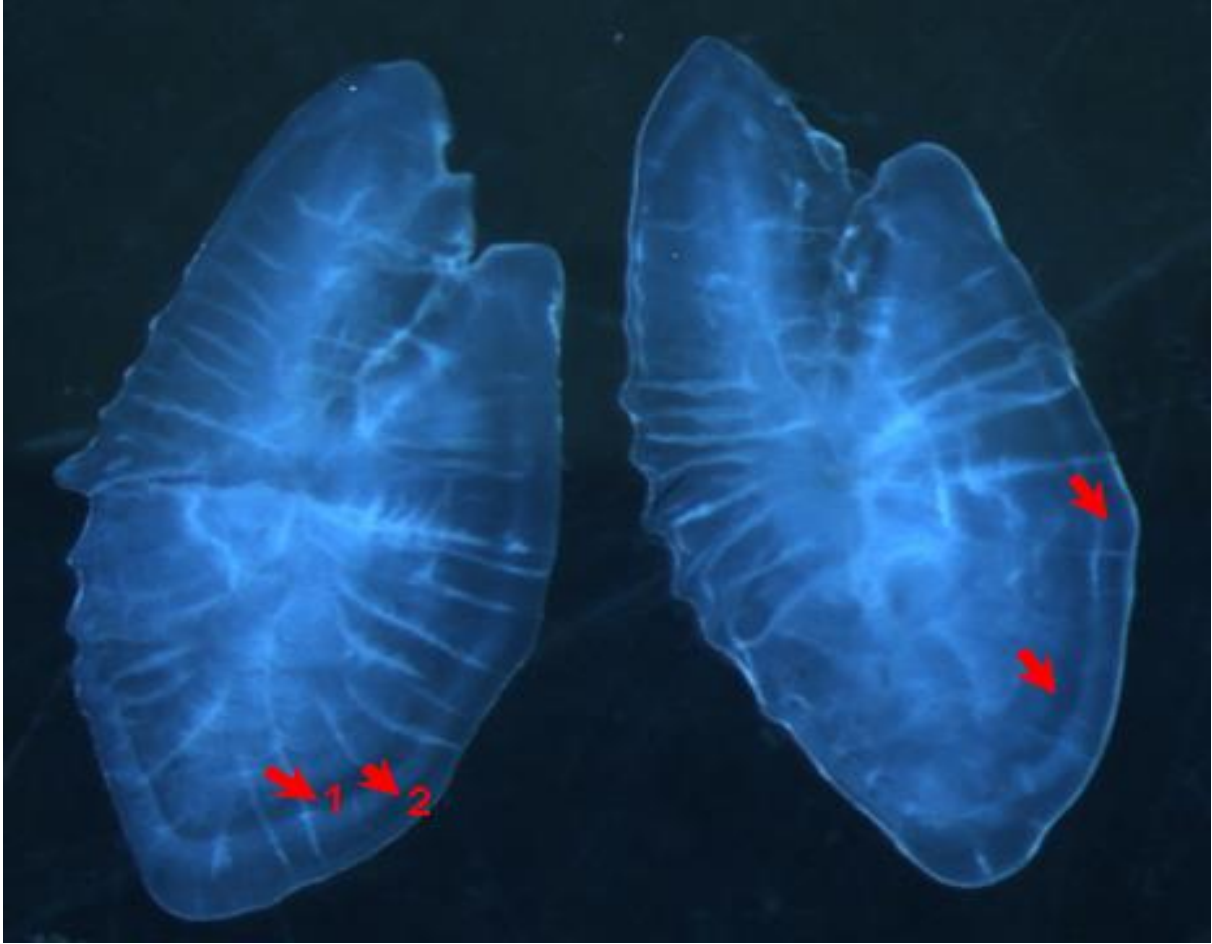
ii) Farklı boylardaki balıklara (n = 25) ait otolitler üzerinden ikinci yaş okuma işlemi yapılmıştır. Ependolf tüplerinde bulunan otolitlere 1. işlem uygulanmış ve otolitler temizlenmiştir. Daha sonra bu otolitler sırasıyla %1'lik HCl çözeltisinde 3-5 dakika ve %3-5'lik NaOH çözeltisinde 5-10 dakika kadar bekletilmiştir. Bu otolitler daha şeffaf bir görünüm alması ve zardan tamamen temizlenmesi için içerisinde %40, %50, %60, %70 ve %80'lik konsantrasyonlarda hazırlanmış etilalkol solüsyonu bulunan petri kaplarına sırasıyla 5-10 dakika kadar daha bekletilmişlerdir. Bu şekilde hazırlanan otolitler, içerisinde gliserin bulunan petri kabında mikroskop altında incelenmiştir. Bu yöntem neticesinde otolitin çekirdeği ve en fazla bir yaş halkası görülebilmektedir. Yapılan yaş okumalarında yaş halkalarının mikroskop altındaki görünümünden emin olunamamış ve yaş halkalarından doğru bir şekilde yaş okuması yapılamamıştır.

iii) Farklı boylardaki 15 balığa ait otolitler üzerinden üçüncü yaş okuma işlemi yapılmıştır. Bu otolitlere 1. ve 2. işlemler sırasıyla uygulanmış ancak ikinci işlemde farklı olarak otolitler etil alkol çözeltisine bekletilmeden otolitlerin daha şeffaf bir görünüm alması ve zardan tamamen temizlenmesi için tekrar içerisinde %96'lık etil alkol çözeltisi bulunan petri kaplarında 5-10 dakika daha bekletilmiştir. Bu şekilde hazırlanan otolitler içerisinde gliserin bulunan petri kabında mikroskop altında incelenmiştir. Bu yöntemde incelenen otolitlerin yaş halkaları 1. ve 2. girişime göre daha net bir şekilde görülebilmek ancak yaş okumalarından özellikle kalın otolitler için emin olunamamıştır.

iv) Bu işlem kalın yapıda olan 40 otolitler için (genellikle 11 cm den daha uzun boya sahip balık otolitleri) uygulanmıştır. Ependolf tüplerinde bulunan otolitler, içerisinde %96'lık etil alkol çözeltisi konulan petri kaplarına ayrı ayrı yerleştirilmiş ve 5-10 dakika kadar bekletilerek temizlenmiştir. Bu otolitler daha sonra sırasıyla 1., 2. ve 3. girişime göre konsantrasyonu artırılan %10'luk HCl çözeltisinde otolitin kalınlığına göre 30-90 saniye ve %25'lik NaOH çözeltisinde 10-30 dakika bekletilmiş ve ardından otolitler %96'lık etil alkol çözeltisinde 5-10 dakika daha bekletilmiştir. Bu şekilde hazırlanan otolitler içerisinde gliserin bulunan petri kabına gömülerek 1 gece bekletilmiş (10-13 saat) ve mikroskop altında otolitler incelenmiştir. Bu yöntem otolitlerin daha kalın olması ve yaş halkalarının hiçbir şekilde belirgin olmamasından dolayı uygulanmıştır. Bu yöntemde incelenen otolitlerin yaş halkaları birinci, ikinci ve üçüncü girişime göre genel olarak daha şeffaf ve daha görülebilir olmuş, fakat otolitlerin birçoğunda yaş halkaları yinede net bir şekilde görülememiş ve yaş okumalarından emin olunamamıştır.

v) İnce otolitler için 3. girişimdeki işlemler uygulandıktan sonra sıfır numara su zımparası (Waterproof Silicon Carbide Paper FEPA P#1200) kullanılarak otolitler hafiften zımparalanmıştır. Zımparalama işleminde otolitlerin zarar görmemesi için; otolitler mikroskop altında incelenerek yaş halkalarının görülebilir olması ve zımparadan dolayı yaş halkalarının kaybolmamasına dikkat edilmiştir. Kalın otolitler için (genellikle 11 cm den daha uzun boya sahip balık otolitleri) 4. girişimdeki işlemler uygulandıktan sonra sıfır numara su zımparası kullanılarak otolitler hafiften zımparalanmıştır. Kalın otolitleri zımparalama işleminde de otolitlerin zarar görmemesi için otolitler mikroskop altında incelenmiş, yaş halkalarının görülebilir olması ve zımparadan dolayı kaybolmamasına dikkat edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan otolitler tekrar %96'lık etil alkol çözeltisinde temizlendikten sonra içerisinde gliserin bulunan petri kabına gömülerek yaş halkalarının sayılması mikroskop altında yapılmıştır. Bu yöntem, opak ve hyalin halkaların daha net bir şekilde görülmesini sağlamıştır. Bu çalışmada örneklenen 5485 bireyden 1265 bireyin sagitta otolitlerinin yaş tayinine hazır hale

getirilmesi 5. girişime göre yapılmış, yaş halkalarının sayılması 0,8x ile 8,0x arasındaki büyütmede Nikon DSFI1 dijital fotoğraf makinesi bağlı Nikon SMZ1000 marka stereomikroskopu altında yapılmış ve otolitlerin fotoğrafları çekilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Siyah zemin üzerine konmuş otolit zonlarının yukarıdan aydınlatmayla mikroskop altındaki görünüşü (orijinal).

Büyüme

Boy - frekans dağılımı

Dişi ve erkek bireylerin aylık boy - frekans dağılımı 0,5 cm aralıklı boy sınıflarına göre hesaplanmıştır. Boy dağılımları arasındaki fark Kolmogorov - Smirnov testi ile test edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin ortalama boyları arasındaki fark ise t - test ile analiz edilmiştir. İstatistiksel testler PAST versiyon 2.14 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (Hammer vd., 2001).

Büyüme modelleri

Hamsinin büyümesini güvenilir bir şekilde hesaplamak için 6 büyüme modeli (Gompertz, Lojistik ya da Richards eğrisi, Exponential (Üssel), Morgan Mercer Flodin (MMF), von Bertalanffy, Weibull) parametreleri dişi ve erkek bireylerin yaş - boy veri seti kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan 6 büyüme modeli Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Hamsinin yaş-boy veri setine Growth II programında uygulanan büyüme modelleri

Büyüme model denklemi	Model parametreleri	Model adı	Kaynak
1) $L_t = L_\infty e^{-k(t-I)}$	L_∞ (cm), K (yıl ⁻¹), I (yıl)	Gompertz	(Gompertz, 1825)
2) $L_t = \frac{L_\infty}{1 + e^{-k(t-I)}}$	L_∞, K, I	Lojistik ya da Richards eğrisi	(Richards, 1959)
3) $L_t = L_\infty - (L_\infty - \beta)e^{-(kt)}$	L_∞, K, β (cm)	Exponential (Üssel)	(Everhart vd., 1975)
4) $L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$	L_∞, K, t_0 (yıl)	von Bertalanffy	(von Bertalanffy, 1938)
5) $L_t = L_\infty - \frac{L_\infty - \beta}{1 + (kt)^\delta}$	L_∞, K, β	Morgan Mercer Flodin (MMF)	(Morgan vd., 1975)
$t = \left[\frac{\delta - 1}{\delta + 1} \right]^{1/\delta}$	Morgan Mercer Flodin denkleminin bükülme noktası		
6) $L_t = L_\infty - (L_\infty - \beta)e^{-(kt)^\delta}$	$L_\infty, K, \beta, \delta$ (yıl)	Weibull	(Weibull, 1951)
$\left(\frac{1}{K} \right) \left(\frac{\delta - 1}{\delta} \right)^{1/\delta}$	Weibull denkleminin bükülme noktası		

t = yaş (yıl), L_t = t yaşındaki boy, L_∞ = asimptotik toplam boy (cm), K = büyüme katsayısı (yıl⁻¹), t_0 = balık boyunun kuramsal olarak sıfıra eşit olduğu yaş ya da embriyonik yaş (yıl), β = daha düşük asimptotik toplam boy ($t = 0$ daki boy), I = bükülme noktasındaki yaş (yıl), δ = bükülme noktası için x ordinatını kontrol eden zaman (yıl) parametresidir.

Tablo 1'de belirtilen büyüme modellerinin parametreleri, yaş boy verileri kullanılarak her bir model için Growth II versiyon 2.1.0.48 bilgisayar programı (Henderson ve Seaby, 2006) kullanılarak hesaplanmıştır. Akaike Bilgi Kriteri (Akaike, 1974) en uygun modelin seçilmesinde ölçüt olarak alınmıştır. Akaike Bilgi Kriteri (AIC) indeksi hangi modelde daha düşük hesaplandıysa o model için veriler diğer modellere göre daha iyi fit yapmakta ve en uygun büyüme modeli olarak atanmaktadır (Akaike, 1974; Henderson ve Seaby, 2006; Burnham ve Anderson, 2002). Akaike Bilgi Kriteri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$AIC = N \log(WSS) + 2M,$$

burada, N = veri noktası sayısı, WSS = karelerinin farkının ağırlıklı toplamı, M = model parametrelerinin sayısı olup, WSS aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$WSS = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{SD_i^2} (Y_{obs,i} - Y_{calculated,i})^2,$$

burada SD = yaşlardaki ortalama boyların standart sapmasıdır.

Büyüme performansı

Büyüme performansı indeksi (Φ') Pauly ve Munro (1984) tarafından önerilen aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\Phi' = \log(K) + 2 \log(L_\infty).$$

Ölüm oranı

Toplam ölüm oranı

Toplam ölüm oranı (Z) av eğrisi yöntemine göre (Pauly, 1984) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\ln(N_i) = a + bt_i$$

burada, t_i = i'nci yaş sınıfı, N_i = i'nci yaş sınıfındaki balık sayısıdır. a ve b ise yaşlardaki balık sayısının doğal logaritmasına karşılık hesaplanan regresyon denkleminin kesim noktasını (a), eğimini (b) ifade etmektedir. Buradan $Z = -b$ şeklinde hesaplanır.

Doğal ölüm oranı

Doğal ölüm oranı (M); Pauly (1980), Djabali vd. (1993), Alagaraja (1984) ve Srinath (1998) tarafından önerilen aşağıdaki dört farklı formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\log M = 0,8(-0,0066 - 0,279 \log TL_{\infty} + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T) \text{ (Pauly, 1980)}$$

$$\log M = 0,8(-0,736 - 0,114 \log TL_{\infty} + 0,522 \log K + 0,583 \log T) \text{ (Djabali vd., 1993)}$$

$$M = 1,680K \text{ (Srinath, 1998)}$$

$$M = 1,535K \text{ (Alagaraja, 1984)}$$

burada M = doğal ölüm oranı (yıl^{-1}), TL_{∞} = asymptotik toplam boy (cm), K = büyüme katsayısı (yıl^{-1}) parametreleridir. T ise ortalama yüzey su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) olup bu çalışmada 15°C olarak alınmıştır (Bat vd., 2007; Ağırbaş vd., 2010).

Balıkçılık ölüm oranı

Balıkçılık ölüm oranı (F) av eğrisi yöntemine göre hesaplanan toplam ölüm oranından yukarıda belirtilen dört doğal ölüm oranına [Pauly (1980), Djabali vd. (1993), Alagaraja (1984) ve Srinath (1998)] göre hesaplanan doğal ölüm oranlarından çıkarılarak aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$F = Z - M$$

burada F = balıkçılık ölüm oranı (yıl^{-1}), Z = toplam ölüm oranı (yıl^{-1}), M = doğal ölüm oranıdır (yıl^{-1}).

İşletme oranı

İşletme oranı (E , yıl^{-1}), Ricker (1975) tarafından önerilen $E = F/Z$ denklemine göre hesaplanmıştır. Balıkçılık ölüm oranı, doğal ölüm oranı ve işletme oranı dişi ve erkek bireyler için altı büyüme modelinin parametreleri kullanılarak her bir model sonuçlarına göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

BULGULAR

Boy kompozisyonu

Araştırmada 8 aylık süre içerisinde 5485 adet (3336 dişi, 2149 erkek) hamsi örneklendirilmiştir. Dişiler 5,9 ve 13,8 cm arasında (ortalama $10,8 \pm 0,02$ cm), erkekler 6,0 ve 13,2 cm arasında (ortalama $10,1 \pm 0,03$ cm) dağılım göstermiştir. Tüm bireyler (dişi+erkek) ise 5,9 ve 13,8 cm arasında (ortalama $10,5 \pm 0,02$ cm) dağılım göstermiştir. Dişilerin ortalama boyu erkeklerden istatistiksel olarak daha büyük olarak hesaplanmıştır (t test: $P < 0,05$). Ayrıca dişi ve erkek bireylerin boy frekans dağılımları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli hesaplanmıştır (Kolmogorov-Smirnov test: $d = 0,277045$, $P < 0,05$). Boy frekans dağılımına göre örneklenen bireylerin %60,8'i dişi ve %39,2'si ise erkek bireylerden oluşmuştur. 9 cm boy sınırının altında dişilerin oranı %3,3, erkeklerin oranı ise %6,7 olarak hesaplanmıştır. Hamsinin minimum avlanabilir boyu (MLS) olan 9 cm boyundaki bireylerin Eylül 2013 ile Aralık 2013 tarihleri arasında örneklendiği görülmektedir (Tablo 2, 3).

Tablo 2. Cinsiyetlere göre hamsi balığının aylık boy frekans dağılımı

Boy sınıfı (cm)	Dişi								Erkek								Toplam	
	2013				2014				2013				2014					
	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan		
<6	1											1					2	
6 - 6,5												1					5	6
6,5 - 7,0				2								2	1				34	39
7,0 - 7,5	1	1	1	19								3	1	8			28	63
7,5 - 8,0	1	2	5	20								2	4	15			52	101
8,0 - 8,5	3	9	9	27			2					14	7	13			54	138
8,5 - 9,0	27	12	12	25	1	1						38	8	17	1		57	199
9,0 - 9,5	61	43	24	44	3		8					80	35	33	2	6	78	425
9,5 - 10,0	119	72	57	72	24	8	30	7				105	64	57	21	8	82	741
10,0 - 10,5	84	88	105	67	46	42	46	35				97	78	76	37	43	46	938
10,5 - 11,0	74	78	79	110	75	60	95	128				42	79	46	49	44	35	1074
11,0 - 11,5	29	41	52	131	76	67	108	172				10	33	22	32	34	41	912
11,5 - 12,0	3	17	34	103	59	72	50	79				1	9	13	19	21	27	533
12,0 - 12,5	1	8	15	33	31	61	28	24					5	2	4		7	230
12,5 - 13,0		3	3	6	12	19	9	6							2	3		63
13,0 - 13,5		3	2	1	1	4	2	4							1	1		19
13,5 - 14,0					1			1										2
Toplam	404	377	398	660	329	334	378	456	395	324	302	544	171	166	122	125	5485	

Tablo 3. Yaş tayini yapılan bireylerin cinsiyetlere göre aylık boy frekans dağılımı

Boy sınıfı (cm)	Dişi								Erkek								Toplam
	2013				2014				2013				2014				
	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	
<6																	
6 - 6,5												3					3
6,5 - 7,0				1					1	1		22					25
7,0 - 7,5	1	1		9					3	1	4	14				1	34
7,5 - 8,0	1	1	5	9					1	2	12	19					50
8,0 - 8,5	2	6	6	9			2		9	6	9	10					59
8,5 - 9,0	14	7	8	8	1	1			15	3	7	11	1				76
9,0 - 9,5	23	12	5	12	1		6		23	10	4	13	1	4	4	1	119
9,5 - 10,0	21	8	5	10	14	5	16	5	9	10	9	12	10	5	6	2	147
10,0 - 10,5	4	6	6	9	20	24	18	10	9	3	11	7	8	19	9	2	165
10,5 - 11,0	9	2	2	14	16	17	31	18	2	4	3	3	4	9	4	4	142
11,0 - 11,5	4	9	4	16	15	9	18	28	1	3	7	4	4	2		4	128
11,5 - 12,0		11	13	36	19	10	15	21		1	8	8	2	1	3	2	150
12,0 - 12,5		4	11	19	19	24	11	16		4	2	1	3				114
12,5 - 13,0		1	2	5	7	11	6	4					1				37
13,0 - 13,5		2	2	1		4	1	3					1				14
13,5 - 14,0					1			1									2
Toplam	79	70	69	158	113	105	124	106	73	48	76	127	35	40	26	16	1265

Yaş kompozisyonu

Yaş tayini yapılan 1265 bireyin (824 dişi, 441 erkek) yaşlardaki ortalama boyları, yaşlardaki sayıları ve yüzdeleri Tablo 4'de, yaş - boy anahtarı ise Tablo 5'de sunulmuştur. Dişilerin yaş kompozisyonu: %4,1'i 0 yaş, %18'i I yaş, %42'si II yaş ve %1'i III yaş şeklinde, erkeklerin yaş kompozisyonu ise %9'u 0 yaş, %11'i I yaş, %15'i II yaş ve %1'i III yaş şeklinde hesaplanmıştır. Hem dişiler (%42) hem de erkekler (%15) II yaşında daha fazla oranda tespit edilmiştir. Yaş tayini yapılan bireylerin baskın oldukları yaş iki cinsiyet içinde II yaş grubudur. Sıfır yaş sınıfındaki bireylerin boy aralığı dişiler için 6,9 ile 8,9 cm arasında (ortalama = $8,0 \pm 0,07$), erkekler için ise 6,3 ile 9,4 cm arasında (ortalama = $7,6 \pm 0,07$) tespit edilmiştir.

Tablo 4. Yaş tayini yapılan bireylerin yaşlardaki ortalama boy (TL) \pm standart hata (en küçük - en büyük) değerleri ve yaş kompozisyonu. n = örnek sayısı, (%) = yaşlardaki yüzde oranı ifade etmektedir.

Yaş (yıl)	Dişi		Erkek		Tüm (dişi+erkek)	
	TL (cm)	n (%)	TL (cm)	n (%)	TL (cm)	n (%)
0	8,0 \pm 0,07 (6,9-8,9)	50 (%4)	7,6 \pm 0,07 (6,3-9,4)	111 (%9)	7,7 \pm 0,05 (6,3-9,4)	161 (%13)
I	10,8 \pm 0,08 (7,9-13,2)	222 (%18)	9,7 \pm 0,08 (7,9-12,1)	133 (%11)	10,4 \pm 0,07 (7,9-13,2)	355 (%28)
II	11,0 \pm 0,05 (8,7-13,5)	535 (%42)	10,3 \pm 0,07 (8,4-12,6)	190 (%15)	10,8 \pm 0,04 (8,4-13,5)	725 (%57)
III	12,7 \pm 0,15 (11,9-13,8)	17 (%1)	12,3 \pm 0,22 (11,2-13,1)	7 (%1)	12,6 \pm 0,13 (11,2-13,8)	24 (%2)
Tüm (dişi+erkek)	10,8 \pm 0,05 (6,9-13,8)	824 (%65)	9,5 \pm 0,07 (6,3-13,1)	441 (%35)	10,3 \pm 0,04 (6,3-13,8)	1265 (%100)

Tablo 5. 2014-2015 av sezonunda avlanan hamsinin cinsiyetlere göre yaş - boy anahtarı

Boy sınıfı (cm)	Dişi				Erkek				Tüm (dişi+erkek)
	Yaş (yıl)				Yaş (yıl)				
	0	I	II	III	0	I	II	III	
<6									0
6 - 6,5					3				3
6,5 - 7,0	1				24				25
7,0 - 7,5	11				23				34
7,5 - 8,0	14	2			31	3			50
8,0 - 8,5	16	9			17	14	3		59
8,5 - 9,0	8	9	22		11	18	8		76
9,0 - 9,5		21	38		2	23	35		119
9,5 - 10,0		28	56			25	38		147
10,0 - 10,5		31	66			26	42		165
10,5 - 11,0		22	87			9	24		142
11,0 - 11,5		30	73			8	16	1	128
11,5 - 12,0		32	89	4		6	18	1	150
12,0 - 12,5		28	72	4		1	5	4	114
12,5 - 13,0		7	25	4			1		37
13,0 - 13,5		3	7	3				1	14
13,5 - 14,0				2					2
Tüm (dişi+erkek)	50	222	535	17	111	133	190	7	1265

Büyüme modelleri

Hamsinin büyümesi; Gompertz, Lojistik, Exponential (üssel), Morcan Mercer Flodin, von Bertalanffy ve Weibull büyüme modellerine göre hesaplanmıştır. Erkekler için 6 büyüme modeli parametrelerinin hepsi hesaplanmış ancak dişiler için ise Morcan Mercer Flodin ve Weibull büyüme modellerinin parametreleri oluşturulan yaş - boy veri setinin Growth II programında uygun fit

yapmaması nedeniyle hesaplanamamıştır. Hem dişi hem de erkek bireyleri için 6 büyüme modeline göre hesaplanan büyüme parametreleri, *AIC* ve büyüme performansı sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Hamsi için hesaplanan büyüme model parametreleri. *AIC* = Akaike Bilgi Kriteri, L_{∞} = asimptotik boy (cm), *K* = büyüme katsayısı (yıl^{-1}), t_0 = balık boyunun kuramsal olarak sıfıra eşit olduğundaki yaş ya da embriyonik yaş (yıl), β = daha düşük asimptotik boy ($t = 0$ deki boy), *I* = etki noktasındaki yaş (yıl), δ = etki noktasını kontrol eden parametre (yıl), Φ' = büyüme performans indeksi.

Büyüme modeli	Büyüme modeli parametreleri						<i>AIC</i>	Büyüme performansı Φ'
	L_{∞} (cm)	<i>K</i> (yıl^{-1})	t_0 (yıl)	β (cm)	<i>I</i> (yıl)	δ (yıl)		
Dişi								
Gompertz	11,1	2,182			-0,510		5727,99	2,427
Lojistik	11,1	2,429			-0,384		5725,75	2,477
Exponential (Üssel)	11,1	2,065		7,97			5725,42	2,408
Morgan Mercer Flodin von Bertalanffy (VBGF)	11,1	2,064	-0,611				5725,42	2,408
Weibull								
Erkek								
Gompertz	10,7	1,219			-0,891		2599,53	2,145
Lojistik	10,7	1,360			-0,682		2599,31	2,192
Exponential	10,8	1,027		7,64			2597,80	2,078
Morgan Mercer Flodin	17,0	0,108		7,63		0,572	2593,82	1,494
von Bertalanffy	10,8	1,027	-1,197				2597,80	2,078
Weibull	19,6	0,031		7,63		0,422	2593,05	1,076

Akaike Bilgi Kriteri indeksi dişiler için von Bertalanffy ($AIC = 5725,42$) = Exponential ($AIC = 5725,42$) < Lojistik ($AIC = 5725,75$) < Gompertz ($AIC = 5727,99$) şeklinde, erkekler için ise Weibull ($AIC = 2593,05$) < Morgan Mercer Flodin ($AIC = 2593,82$) < von Bertalanffy ($AIC = 2597,80$) = Exponential ($AIC = 2597,80$) < Lojistik ($AIC = 2599,31$) < Gompertz ($AIC = 2599,53$) şeklinde hesaplanmıştır (Tablo 6). Dişi ve erkek bireylerde Gompertz büyüme modelinde hesaplanan *AIC* değerinin en yüksek değerde olduğu, daha sonra dişiler için diğer üç modelinde (von Bertalanffy, Exponential, Lojistik) neredeyse aynı *AIC* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca erkeklerde Weibull ile Morgan Mercer Flodin ve von Bertalanffy ile Exponential modellerinde hesaplanan *AIC* değerleri ise birbirlerine yakın bulunmuştur.

Ölüm oranı

Anlık ölüm oranı (*Z*)

Av eğrisi regresyon denklemi dişiler için $y = -3,4491x + 13,18$ şeklinde ($Z = 3,4491 \text{ yıl}^{-1}$), erkekler için $y = -3,3011x + 11,849$ ($Z = 3,3011 \text{ yıl}^{-1}$), tüm bireyler için (dişi+erkek) ise $y = -3,4081x + 13,402$ ($Z = 3,4081 \text{ yıl}^{-1}$) şeklinde hesaplanmıştır.

Doğal ölüm oranı (*M*) ve işletme oranı (*E*)

Cinsiyetlere göre farklı büyüme modellerinden elde edilen büyüme parametreleri (Tablo 6) kullanılarak, Pauly (1980), Djabali vd. (1993), Alagaraja (1984) ve Srinath (1998) modellerine göre hesaplanan *M* değerleri ve bu *M* verileri kullanılarak hesaplanan *E* değerleri Tablo 7'de sunulmuştur. Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan ortalama *M* değeri en düşük Djabali vd. (1993) modelinde, en yüksek ise Srinath (1998) modelinde hesaplanmıştır. Erkekler için Pauly (1980) ve Alagaraja (1984) modeline göre hesaplanan ortalama *M* değerleri birbirine benzer hesaplanmıştır. Ancak, dişiler için Alagaraja (1984) modeline göre hesaplanan ortalama *M* değeri ($3,4 \pm 0,13 \text{ yıl}^{-1}$) Pauly (1980) modeline göre hesaplanan ortalama *M* değerinden ($2,4 \pm 0,05 \text{ yıl}^{-1}$) yüksek bulunmuştur. Dişi bireyler için sadece Djabali vd. (1993) yöntemine göre belirlenen *M* değerleri kullanılarak hesaplanan işletme oranı ($E = 0,71 \pm 0,005 \text{ yıl}^{-1}$) 0,5 değerinden büyük, diğer yöntemlere göre belirlenen *M* değerleri ile hesaplanan *E* değerleri ise 0,5 değerinden küçük bulunmuştur. Diğer taraftan erkek bireyler için 4 yöntemle göre belirlenen *M* değerleri kullanılarak hesaplanan *E* değerleri ise 0,5'den büyük hesaplanmıştır.

Tablo 7. Farklı büyüme modeli parametreleri kullanılarak hesaplanan doğal ölüm oranları (M , yıl⁻¹) ve verileri kullanılarak hesaplanan işletme oranı (E , yıl⁻¹) değerleri. SH = Standart hata.

Büyüme modeli	Doğal ölüm oranı (M) modeli				Ort. M
	Pauly (1980)	Srinat (1998)	Alagaraja (1984)	Djabali vd. (1993)	
Dişi ♀					Ort. M ♀
Gompertz	2,370	3,666	3,349	1,014	2,600
Lojistik	2,507	4,081	3,729	1,060	2,844
Exponential (Üssel)	2,303	3,469	3,170	0,991	2,483
VBGF	2,302	3,468	3,168	0,990	2,482
Ort. $M \pm SH$	2,371±0,048	3,671±0,144	3,354±0,132	1,014±0,016	2,602±0,085
Erkek ♂					Ort. M ♂
Gompertz	1,762	2,048	1,871	0,798	1,620
Lojistik	1,866	2,285	2,088	0,835	1,768
Exponential (Üssel)	1,607	1,725	1,576	0,742	1,413
MMF	0,447	0,181	0,166	0,278	0,268
VBGF	1,607	1,725	1,576	0,742	1,413
Weibull	0,225	0,052	0,048	0,163	0,122
Ort. $M \pm SH$	1,252±0,294	1,336±0,396	1,221±0,361	0,593±0,120	1,101±0,292
Dişi ♀	İşletme oranı (E)				Ort. E ♀
Gompertz	0,313	-0,063	0,029	0,706	0,246
Lojistik	0,273	-0,183	-0,081	0,693	0,175
Exponential (Üssel)	0,332	-0,006	0,081	0,713	0,280
VBGF	0,333	-0,005	0,081	0,713	0,280
Ort. $E \pm SH$	0,313±0,014	-0,064±0,042	0,028±0,038	0,706±0,005	0,246±0,025
Erkek ♂	İşletme oranı (E)				Ort. E ♂
Gompertz	0,466	0,380	0,433	0,758	0,509
Lojistik	0,435	0,308	0,368	0,747	0,464
Exponential (Üssel)	0,513	0,477	0,522	0,775	0,572
MMF	0,865	0,945	0,950	0,916	0,919
VBGF	0,513	0,477	0,522	0,775	0,572
Weibull	0,932	0,984	0,986	0,951	0,963
Ort. $E \pm SH$	0,621±0,089	0,595±0,120	0,630±0,110	0,820±0,036	0,667±0,089

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada incelenen hamsi balıklarının boy dağılım aralığının daha önce Karadeniz'de yapılan bazı çalışmalardan (Ünsal, 1989; Gözler ve Çiloğlu, 1998; Kayalı, 1998; Samsun vd., 2004) daha geniş, Cadiz Körfezi (Bellido vd., 2000), Akdeniz'in güneybatısındaki Batı Cezayir Benisaf Körfezi (Bacha vd., 2010) ve Karadeniz'de daha önce yapılmış bazı çalışmalardan (Karaçam ve Düzgüneş, 1990; Şahin vd., 2008) ise daha dar olduğu görülmüştür. Bu çalışmada en büyük balık boyu 13,8 cm olarak belirlenmişken, *E. encrasicolus* için şimdiye kadar yapılan çalışmalar içerisinde en büyük boy Karadeniz'den 16,9 cm (Karaçam ve Düzgüneş, 1990) olarak rapor edilmiştir. Maksimum boy Cadiz Körfezi'nde 18,5 cm (Bellido vd., 2000), Adriatik Denizi'nde 18,7 cm (Sinovic, 2000), İzmir Körfezi'nde 14 cm (Uçkun vd., 2005) olarak rapor edilmiştir. Yine Karadeniz'de av sezonlarına göre hamsi yaş kompozisyonunun ve yaşlardaki ortalama boy değerlerinin değişiklik gösterdiği daha önce yapılan çalışmalarda detaylı olarak ortaya konulmuştur (Düzgüneş ve Karaçam, 1989; Erkoyuncu ve Özdamar, 1989; Ünsal, 1989; Karaçam ve Düzgüneş, 1990; Özdamar vd., 1994; Mutlu, 1994; Özdamar vd., 1995; Gözler ve Çiloğlu, 1998; Kayalı, 1998; Mutlu, 2000; Samsun vd., 2004; Samsun vd., 2006; Bilgin vd., 2006; Şahin vd., 2008; Sağlam ve Sağlam, 2013). Bu farklılıklar başta av baskısı olmak üzere, büyüme özelliklerinin zamana ve bölgelere göre farklılık göstermesinden, balık stoklarında dolaylı olarak değişime neden olan abiyotik çevresel faktörlerin (suyun yoğunluğu ve basıncı, tuzluluk, sıcaklık, besin tuzları, oksijen, ışık, akıntı, rüzgâr ve yağış) yıllar arasında farklılıklar göstermesinden, yıllar arasındaki farklı prey-predatör ilişkisinden, besin madde miktarı ve besin kalitesindeki değişimlerin büyüme ve yeni birey katılımı üzerine olan etkisi gibi birçok faktörden dolayı kaynaklanmış olabileceği yine yukarıda bahsedilen çalışmalarda vurgulanmıştır.

Balıklarda büyüme matematiksel olarak genellikle von Bertalanffy büyüme modeline uygunluk

gösterir. Ancak balıklarda büyümenin matematiksel olarak ifadesi; balık türüne, aynı tür içerisinde coğrafik bölgeye, cinsiyete, balık şekline, gonad olgunluk safhalarına, üreme zamanına, biyotik ve abiyotik çevresel faktörlere göre değişebilmektedir. Örneğin Zargana balığı (*B. euxini*) (Bilgin vd., 2014), İskorpit balığı (*S. porcus*) (Demirhan ve Can, 2009), Pervane balığı (*M. lanceolatus*) (Liu vd., 2009) ve Vatoz balığı (*B. minispinosa*) (Ainsley vd., 2011) gibi balık türleri için büyüme farklı büyüme modellerine göre değerlendirilmiştir. Söz konusu balıklardaki farklı matematiksel büyüme modelleriyle değerlendirmeler, balığın vücut şekline, büyüme özelliklerine, büyüme parametrelerinin biyolojik olarak yorumlanmasına ve karşılaştırılmasındaki zorluklardan dolayı yapılmıştır (Fitzhugh, 1976). Farklı büyüme modellerinin en uygun olanını seçmek için AIC'nin ölçüt olarak kullanılması önerilmekle ve bu değer hangi modelde en küçükse o model matematiksel olarak en uygun model olarak değerlendirilmektedir (Akaike, 1974; Burnham ve Anderson, 2002; Henderson ve Seaby, 2006). Bunun yanında balığın büyüme özelliğinin büyüme modeline uygunluğu da model seçiminde diğer bir önemli ölçüt olarak dikkate alınmaktadır (Haddon, 2011). Çünkü uygun büyüme modelinin seçimi sadece matematiksel ya da istatistiksel uyumun kalitesine bağlı olamaz, aynı zamanda incelenen balığın biyolojisine dayanmalı ve büyümenin teorik bakış açısını yansıtmalıdır (Haddon, 2011). Büyüme eğrisinin bükülme noktasına karşılık gelen zaman ya da yaş parametresi (I), büyüme eğrisindeki üreme olgunluğuna karşılık gelen yaş ya da maksimum büyümenin teorik zamanı olarak tanımlanır. Bu parametre genellikle hayvanlarda üreme olgunluğunun başlangıcı ile çakışır (Fitzhugh, 1976; Karkach, 2006). Bu çalışmada kullanılan büyüme modellerinden Gompertz (dişi I = -0,51, erkek I = -0,89) ve Lojistik (dişi I = -0,38, erkek I = -0,68) modellerinin parametrelerinden biri olan I değeri her iki cinsiyet için de hem matematiksel hem de biyolojik olarak uygun bulunmamıştır. Diğer taraftan yukarıdaki açıklamalar akılda tutulduğunda, hem hesaplanan AIC sonuçları açısından [Weibull (AIC = 2593,5) ve Morgan Mercer Flodin (AIC = 2593,8)] hem de hesaplanan L_{∞} ve K parametreleri açısından [Weibull ($L_{\infty} = 19,6$ cm ve $K = 0,031$ yıl⁻¹) ve Morgan Mercer Flodin ($L_{\infty} = 17,0$ cm ve $K = 0,108$ yıl⁻¹)] erkek bireylerin büyümesini tanımlamak için Weibull ve Morgan Mercer Flodin büyüme modellerinin 6 büyüme modeli arasından en uygun model olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunlara ilaveten, erkeklerin büyümesinin hesap edildiği diğer 4 modelin AIC kriterleri birbirine yakın olmasına rağmen söz konusu 4 modelde hesaplanan L_{∞} değerlerinin ($L_{\infty} < 10,8$ cm) biyolojik olarak erkek bireylerin büyümesini temsil etmediği düşünülmektedir. Şöyle ki, günümüze kadar yapılan otolit temelli büyüme çalışmaları incelendiğinde erkek bireylerin L_{∞} değerleri 13,82 cm (Ünsal, 1989) ile 18,40 cm (Samsun vd., 2006) arasında rapor edilmiştir (Tablo 8). Erkek bireylerin tersine, dişi bireyler için oluşturulan yaş-boy veri seti Weibull ve Morgan Mercer Flodin büyüme modelleri ile analiz edildiğinde matematiksel olarak sonuç hesaplanamamıştır. Dişi bireylerin büyümesini tanımlamak için kullanılan diğer 4 modelde ise AIC değerleri von Bertalanffy = Üssel < Lojistik < Gompertz şeklinde hesaplanmış olup, AIC ölçütü açısından von Bertalanffy (AIC = 5725,42) ve Üssel (AIC = 5725,42) büyüme modellerinin dişi bireylerin büyümesini tanımlamada en uygun modeller olduğu görülmüştür. Ancak dişi bireyler için hesaplanan büyüme parametreleri önceki çalışmalarla kıyaslandığında K değerleri daha yüksek L_{∞} değerleri ise daha düşük bulunmuştur. Günümüze kadar Karadeniz ve diğer bölgelerde yapılan çalışmaların sonucunda dişi bireylerin erkeklerden daha büyük boya ulaştıkları ve erkeklere göre daha hızlı büyüdükleri bildirilmiştir (Ünsal, 1989; Gözler ve Çiloğlu, 1998; Samsun vd., 2004; Bilgin vd., 2013; Bellido vd., 2000; Bacha vd., 2010). Bu durum bu çalışma sonuçlarıyla da örtüşmektedir.

Hamsi balığı hızlı büyüyen ve yaklaşık 1 yaşında cinsi olgunluğa erişen (%50 cinsi olgunluk boyu Kayalı (1998) tarafından dişiler için 9,3 cm, erkekler için ise 8,9 cm olarak rapor edilmiştir) bir balık olmasının yanında büyüme hızı ve büyüme performansı yıllara ve bölgelere göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıklar, üzerinde çalışılan bireylerin boy ve yaş kompozisyonunun farklılık arz etmesinden, büyüme üzerine etkisi olan yarış, prey-predatör ilişkisi gibi biyotik ve başta sıcaklık dalgalanmaları olmak üzere hamsinin besinini oluşturan bitkisel ve hayvansal kökenli plankton bolluğundaki dalgalanmalar, fito-plankton biomas indeksi olarak kabul edilen klorofil - a konsantrasyonundaki dalgalanmalar gibi abiyotik çevresel faktörlerin yıllar ve bölgelere göre farklılık göstermesinden kaynaklanabilmektedir (Avşar, 2005; Bat vd., 2007; Ağırbaş vd., 2010; Bilgin vd., 2016). Ayrıca Karadeniz'de yıllar arasında av baskısı, doğal ölüm ve avcılık ölüm oranındaki farklılıklarda (Tablo 9) hamsi balığının büyümesine etki eden diğer bir önemli faktör olarak düşünülmelidir. Bu farklılıklar hamsinin büyümesinde mevsimsel olarak ta etki etmekte ve Karadeniz'de hamsinin mevsimsel büyüme özelliği göstermesine neden olmaktadır (Bilgin vd., 2016).

Tablo 8. Farklı bölgelerden ve farklı av mevsimlerine göre hamsi için rapor edile büyüme parametreleri. L_{∞} = asimptotik boy (cm), K = büyüme katsayısı (yıl^{-1}), Φ' = büyüme performans indeksi. L_{\max} = maksimum toplam boy (cm), L_{ort} = ortalama boy (cm)

Av Sezonu	Erkek					Dişi					Tüm (dişi+erkek)					Kaynak
	L_{∞}	K	Φ'	L_{\max}	L_{ort}	L_{∞}	K	Φ'	L_{\max}	L_{ort}	L_{∞}	K	Φ'	L_{\max}	L_{ort}	
1985-1986											16,77	0,324	1,960	16,1	12,4	1
1986-1987											16,85	0,324	1,964	16,9	10,8	2
1987-1988											14,14	0,920	2,265			3
1987-1988											17,99	0,294		15,3	9,8	4
1988-1989											15,65	0,282		13,5	10,6	4
1988-1989	13,82	0,528	2,004	13,0		14,03	0,583	2,060	13,0		15,73	0,317	1,895	13,0		5
1994-1995											16,83	0,310	1,944	15,3	9,0	6
2000-2001	15,86	0,273	1,837	13,8	10,9	19,27	0,167	1,793	14,1	11,2	16,84	0,233	1,820		10,7	7
2001-2002	17,37	0,237	1,854	13,6	10,9	19,94	0,202	1,905	14,6	11,8	18,46	0,217	1,869		11,3	7
2002-2003	18,40	0,177	1,778	13,3	10,0	18,78	0,154	1,735	14,9	10,6	18,73	0,156	1,738		10,2	7
1974-1990											19,40	0,570	2,331			8
1989-1993											18,95	0,900	2,509	18,5		9
1989-1993											18,69	0,900	2,000	18,5		9
2007	15,36	0,780	2,265			15,76	0,790	2,293			15,61	0,750	2,262	17,0		10
2010-2011	13,01	0,993	2,226	13,8	11,2	13,69	1,249	2,369	14,4	11,8						11
2010-2011	14,00	0,800	2,195	13,4	11,3	13,93	0,994	2,285	14,6	11,8						11

1: Erkoyuncu ve Ozdamar (1989), 2: Karacam ve Düzgünes (1990), 3: Düzgünes ve Karacam (1989), 4: Özdamar vd. (1994), 5: Ünsal (1989), 6: Özdamar vd. (1995), 7: Samsun vd. (2006), 8: Sinovic (2000), 9: Bellido vd. (2000), 10: Bacha vd. (2010), 11: Bilgin vd. (2013)

Ölüm oranları ve işletme oranı

Av sezonlarına göre hamsi üzerine yapılmış önceki çalışmalardan hesaplanan ölüm oranı parametreleri (toplam ölüm oranı, doğal ölüm oranı ve balıkçılık ölüm oranı) sonuçlarına göre, Karadeniz'de avlanan hamsinin balıkçılık ölüm oranıyla toplam ölüm oranının av sezonları boyunca benzer şekilde dalgalanmalar gösterdiği, işletme oranının ise optimum seviyenin ($E = 0,5$) üzerinde olduğu görülmektedir (Tablo 9). Bu çalışmada, av eğrisi yöntemine göre hesaplanan dişilerin toplam ölüm katsayısı ($Z = 3,5 \text{ yıl}^{-1}$) erkeklerden ($Z = 3,3 \text{ yıl}^{-1}$) biraz daha büyük hesaplanmıştır ($Z_{\text{dişi}} > Z_{\text{erkek}}$). Yine 6 büyüme modeli için hesaplanan büyüme parametreleri 4 doğal ölüm oranı formüllerinde yerine konularak hesaplanan ölüm oranlarına göre dişi bireylerin doğal ölüm oranının erkeklerden daha büyük olduğu hesaplanmıştır ($M_{\text{dişi}} > M_{\text{erkek}}$). Erkek bireyler için tüm model sonuçlarına göre hesaplanan işletme oranı 0,5 değerinden büyük hesaplanmışken, dişi bireyler için sadece Djabali vd. (1993) yöntemine göre hesaplanan ölüm oranı (ortalama $M = 1,014 \pm 0,016 \text{ yıl}^{-1}$) kullanılarak hesaplanan ortalama işletme oranı (ortalama $E = 0,706 \pm 0,005$) 0,5 değerinden yüksek hesaplanmıştır. Farklı büyüme modeli parametreleri kullanılarak hesaplanan doğal ölüm oranları ve M verileri kullanılarak hesaplanan işletme oranı değerleri 2014-2015 av sezonunda hamsi stokunun optimum değerden ($E = 0,5$) daha yüksek bir derecede işletildiğini yani av baskısı altında olduğunu göstermiştir.

Tablo 9. Hamsinin Karadeniz'de av sezonlarına göre rapor edilen toplam ölüm oranı (Z), doğal ölüm oranı (M), balıkçılık ölüm oranı (F) ve işletme oranı (E) değerleri

Av sezonları	Parametre				Kaynak
	$Z (\text{yıl}^{-1})$	$M (\text{yıl}^{-1})$	$F (\text{yıl}^{-1})$	$E (\text{yıl}^{-1})$	
1985 - 1986	1,56	0,46	1,10	0,71	Erkoyuncu ve Özdamar, 1989
1986 - 1987	1,05	0,53	0,52	0,50	Karaçam ve Düzgüneş, 1990
1987 - 1988	1,40	0,57	0,83	0,59	Düzgüneş ve Karaçam, 1989
1987 - 1988	1,06	0,46	0,60	0,57	Özdamar vd., 1994
1988 - 1989	1,23	0,45	0,78	0,63	Özdamar vd., 1994
1988 - 1989	0,87	0,50	0,37	0,43	Ünsal, 1989
1993 - 1994	1,61	0,53	1,08	0,67	Mutlu, 1994
1994 - 1995	1,25	0,47	0,78	0,62	Özdamar vd., 1995
1996 - 1997	2,08	0,68	1,40	0,67	Kayalı, 1998
1997 - 1998	2,07	0,67	1,40	0,68	Mutlu, 2000
1997 - 1998	1,37	0,49	0,88	0,64	Gözler ve Çiloğlu, 1998
1998 - 1999	1,44	0,49	0,95	0,66	Samsun vd., 2004
1999 - 2000	1,60	0,46	1,14	0,71	Samsun vd., 2004
2000 - 2001	3,59	0,36	3,23	0,90	Samsun vd., 2006
2001 - 2002	3,37	0,35	3,02	0,90	Samsun vd., 2006
2002 - 2003	1,90	0,29	1,61	0,85	Samsun vd., 2006
2004 - 2005	1,85	0,34	1,51	0,82	Bilgin vd., 2006
2004 - 2005	0,99	0,45	0,54	0,55	Şahin vd., 2008
2005 - 2006	1,56	0,54	1,02	0,65	Şahin vd., 2008
2010 - 2011	2,84	0,66	2,18	0,77	Sağlam ve Sağlam, 2013

Sonuç olarak, otolit temelli farklı büyüme modelleriyle belirlenen büyüme parametreleri kullanılarak, hesaplanan işletme oranı sonuçları; hamsi avcılığında aşırı av baskısının olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Sürdürülebilir balıkçılık için av baskısının azaltılmasının (örneğin av çabası kısıtlayıcı tedbirlerin artırılması) yanında, ileriki çalışmalarda hamsinin farklı av sezonlarında büyümesinin belirlenmesinde cinsiyetlere göre farklı büyüme modellerinin kullanılması örneğin bu çalışma sonuçlarına göre erkekler için Weibull ve Morgan Mercer Flodin, dişiler için ise von Bertalanffy ve Üssel büyüme modellerinin kullanılması önerilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü tarafından

desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ağırbaş, E., Seyhan, K., Kasapoğlu, N., Feyzioğlu, M., Üstündağ, E., & Eruz, C. (2010). Recent changes of the Turkish anchovy fishery in the black sea with special reference to climate change. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 11(4), 1495 - 1503.
- Ainsley, S.M., Ebert, D.A., & Cailliet, G.M. (2011). Age, growth, and maturity of the whitebrow skate, *Bathyraja minispinosa*, from the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 68, 1426-1434.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *Automatic Control, IEEE Transactions*, 19, 716-723.
- Alagaraja, K. (1984) Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal of Fisheries*, 31, 177-208
- Avşar, D. (2005). *Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği*. Nobel Kitabevi, Adana.
- Bacha, M., Moali, A., Benmansour, N-E., Brylinski, J-M., Mahé, K., & Amara, R. (2010) Relationship between age, growth, diet and environmental parameters for anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Bay of Bénisaf (SW Mediterranean, west Algerian coast). *Cybium*, 34(1), 47-57.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Birinci Özdemir, Z., Kideys, A.E., & Shulman, G.E. (2007). The changed ecosystem of the Black Sea and its impact on anchovy fisheries. *Journal of FisheriesSciences.com*, 1, 191-227.
- Bellido, J.M., Pierce, G.J., Romero, J.L., & Millán, M. (2000). Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cádiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 48, 107-115.
- Bilgin, S. (2006). Evaluated of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L., 1758), fishing (1985-2005 fishing seasons) Turkish coast (Black Sea) in respect to fisheries biology. *Erciyes University, Journal of Science and Technology*, 22(1 – 2), 213-222.
- Bilgin, S., Samsun, N., Samsun, O., & Kalaycı, F. (2006). Estimation of population parameters of anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. 1758, at 2004-2005 fishing season in the Middle Black Sea, using length frequency analysis methods. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/3), 359-364.
- Bilgin, S., Taşçı, B., & Bal, H. (2013). Sexual seasonal growth of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught by mid-water trawl and purse seine in the southern Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(2), 333-339.
- Bilgin, S., Taşçı, B., & Bal, H. (2014). Population dynamics of the garfish, *Belone euxini* (Belonidae: Belone) from the south-east Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(8), 1687-1700.
- Bilgin, S., Sümer, Ç., Bektaş, S., Satılmış, H.H., & Bircan, R. (2016). Evaluation of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) population dynamics studies (1985-2015) in terms of fisheries management in the Black Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(2), 169-182.
- Burnham, K.P., & Anderson, D.R. (2002). *Model selection and inference. A practical information-theoretic approach*. Springer-Verlag, New York.
- Cochrane, K.L. (2002). A fishery manager's guidebook. Management measures and their application. FAO press, Rome.
- Demirhan, S.A., & Can, M.F. (2009). Age, growth and food composition of *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) in the southeastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 215-218.
- Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M., & Brahmi, B. (1993). Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga, the Iclarm Quarterly*, 16, 35-37.
- Düzgüneş, E., & Karaçam, H. (1989). Studies on some population parameters and growth of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) in the Black Sea. *Doga Turkish Journal of Zoology*, 13, 77-83.
- Erkoyuncu, İ. (1995). *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Samsun.
- Erkoyuncu, I., & Ozdamar, E. (1989). Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Black Sea. *Fisheries Research*, 7, 241-247.
- Everhart, W.H., Eipper, A.W., & Youngs, W.D. (1975). *Principles of fishery sciences*. Cornell University Press, New York.
- Fitzhugh, H.A. (1976). Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *Journal of Animal Science*, 42(4), 1036-1051.
- Gompertz, B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 115, 513-583.

- Gözler, A.M., & Çiloğlu, E. (1998). A study on some population parameters of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) caught 1997- 1998 fishing season off Rize-Hopa. *Eastern Anatolia Region III. Symposium on Fisheries 1998* (pp. 373-382). Erzurum, Turkey. Proceedings Book.
- Haddon, M. (2011). *Modelling and quantitative methods in fisheries*. CRC Pres, Boca Raton, London, New York.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), 1-9.
- Henderson, P.A., & Seaby, R.M. (2006). *Growth II*. Pisces Conservation Ltd. Pres, Lymington, Hampshire.
- Karacam, H., & Düzgünes, E. (1990). Age, growth and meat yield of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) in the Black Sea. *Fisheries Research*, 9, 181-186.
- Karkach, A.S. (2006) Trajectories and models of individual growth. *Demographic research*, 15, 347-400.
- Kayalı, E. (1998). *A study on the biological characteristics of anchovy (Engraulis encrasicolus, L., 1758) and horse mackerel (Trachurus mediterraneus) in the Eastern Black Sea ecosystem*. M.Sc Thesis, Black Sea Technical University, Institute of Science and Technology, Department of Fisheries Technology Engineering, 238 p, Trabzon, Turkey.
- Lisovenko, L.A., & Andrianov, D.P. (1996). Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov 1927) in the Black Sea. *Scientia Marina*, 60 (2), 209-218.
- Liu, K.M., Lee, M.L., Joung, S.J., & Chang, Y.C. (2009). Age and growth estimates of sharptail mola, *Masturus lanceolatus*, in waters of eastern Taiwan. *Fisheries Research*, 95, 154-160.
- Mazlum, R.E., Solak, E., & Bilgin, S. (2017). Size and seasonal diet variation of European anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) in the southeast Black Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 58(3), 251-260.
- Morgan, P.H., Mercer, L.P., & Flodin, N.W. (1975). General model for nutritional response of higher organisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 72, 4327-4331.
- Mutlu, C. (1994). *A study on the some population characteristics of anchovy (Engraulis encrasicolus, L., 1758) in the Eastern Black Sea*. M.Sc Thesis, Black Sea Technical University, Institute of Science and Technology, Department of Fisheries Technology Engineering, 44 p, Trabzon, Turkey.
- Mutlu, C. (2000). *Population characteristics and implementation of analytical methods for the prediction of the stock quantity of anchovy (Engraulis encrasicolus Linnaeus, 1758) in the Eastern Black Sea*. PhD Thesis, Black Sea Technical University, Institute of Science and Technology, Department of Fisheries Technology Engineering, 112 p, Trabzon, Turkey.
- Özdamar, E., Kihara, K., Sakuramoto, K., & Erkoyuncu, I. (1994). Variation in the population structure of European anchovy, *Engraulis encrasicolus*, L. in the Black Sea. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, 81, 2, 123-134.
- Özdamar, E., Samsun, O., & Erkoyuncu, I. (1995). The estimation of population parameters for anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) during 1994-1995 fishing season in the Turkish Black Sea region. *Ege University Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12(1-2), 135-144.
- Pauly D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 stocks. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 39, 175-192.
- Pauly D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators*. Makati, Metro, Manila, Philippines. ICLARM Contribution, no. 143, 325 pp.
- Pauly, D., & Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2, 21.
- Prodanov, K., Mikhailov, K., Daskalov, G., Maxim, C., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V., & Ozdamar, E. (1997). *Environmental management of fish resources in the Black Sea and their rational exploitation*. Studies and Reviews. General Fisheries Council for the Mediterranean, FAO Press, Rome.
- Quinn, T.J., & Deriso, R.B. (1999). *New quantitative fish dynamics*. Oxford University Press, Oxford.
- Richards, F.J. (1959). A flexible growth functions for empirical use. *Journal of Experimental Botany*, 10, 290 - 301.
- Ricker, W.E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Department of the Environment Fisheries and Marine Service Press, Ottawa.
- Sağlam, N.E., & Sağlam, C. (2013). Age, growth and mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the south-eastern region of the Black Sea during the 2010–2011 fishing season. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93, 2247-2255.
- Samsun, O., Samsun, N., & Karamollaoğlu, A.C. (2004). Age, growth and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Turkish Black Sea Coast. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(5), 901-910.

- Samsun, O., Samsun, N., Kalaycı, F., & Bilgin, S. (2006). A study on recent variations in the population structure of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) in the southern Black Sea. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3-4, 30-306.
- Sinovicic, G. (2000). Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriatica*, 41, 1, 3-53.
- Slastenenko, E. (1955-1956). *Karadeniz havzası balıkları*. Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul.
- Srinath, M. (1998). Empirical relationships to estimate the instantaneous rate of natural mortality. *Indian Journal of Fisheries*, 45, 7-11.
- Şahin, C., Akın, Ş., Hacımurtazaoğlu, N., Mutlu, C., & Verep, B. (2008). The stock parameter of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) population on the coasts of the eastern Black Sea: reason and implications in declining of anchovy population during the 2004 – 2005 and 2005 – 2006 fishing seasons. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(12b), 2159-2169.
- Uçkun, D., Akalin, S., & Toğulga, M. (2005). Investigations of the age and growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) in Izmir Bay. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 22, (3-4), 281-285.
- Ünsal, N. (1989). A study on age-length-weight relationship and determination of the smallest catching size of anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Black Sea. *Istanbul University Journal of Aquatic Products*, 3(1-2), 17-28.
- von Bertalanffy, L. (1938) A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biology*, 10, 181-213.
- von Bertalanffy, L. (1951). Metabolic types and growth types. *The American Naturalist*, LXXXV 821, 111-117.
- Weibull, W. (1951). A statistical distribution functions of wide applicability. *Journal of Applied Mechanics, Transactions of the ASME*, 18, 293-297.

Ordu İli'nde (Türkiye) Akvaryum Sektörünün Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri

Saim PALA^{ID}, Ebru YILMAZ^{*ID}

Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, Fatsa-Ordu, Türkiye

*Sorumlu Yazar: ebruyilmaz73@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 26 Şubat 2020; Kabul 16 Ağustos 2020; Basım 01 Eylül 2020.

Alıntılama: Pala, S., & Yılmaz, E. (2020). Ordu ilinde akvaryum sektörünün durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 387-395. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.695032>

Özet

Bu çalışma, Ordu'da akvaryum işletmelerinin durumunu ortaya çıkarmak, sorunlarını belirlemek ve çözüm önerileri sunmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada 11 adet işletmeye tam sayım anket yöntemi uygulanmıştır. İşletmelerin 1 tanesinin akvaryum balığı üretim tesisi, 10 tanesinin ise akvaryumcu olduğu tespit edilmiştir. Mevcut işletmelerin %55'inin Ordu merkezde, %18'inin Ünye, %18'inin Fatsa ve %9'unun ise Perşembe ilçesinde bulunduğu belirlenmiştir. Akvaryum işletmelerinin %73'ünün kiracı olduğu, %27'sinin ise kendi mülkünde faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir. Akvaryum işletmelerinde tüm personelin %87'sinin erkek, %13'ünün ise kadın personelden oluştuğu, personelin %46,6'sının ilköğretim, %46,6'sının lise ve %6,6'sının ise üniversite mezunu olduğu belirlenmiştir. Satılan balıkları işletmecilerin %91'inin yurt içinden, %9'unun ise yurt dışından temin ettikleri tespit edilmiştir. Araştırma bölgesinde 5 familyaya ait 15 balık türünün ve 9 familyaya ait 9 bitki türünün satıldığı belirlenmiştir. Akvaryum işletmelerinde görülen hastalıkların %50'sinin mantar hastalığı, %45'inin beyaz benek hastalığı ve %5'inin ise diğer hastalıklar olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda işletmelerin en büyük sorunları arasında; merdiven altı satıcıların varlığı, kaçak balık satışı, balık hastalıkları, yüksek kira giderleri, akvaryum kooperatifliğinin kurulamaması ve veteriner hekim ile çalışma zorunluğunun getirilmesi olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma ile, akvaryum işletmelerinde öne çıkan mevcut sorunların çözümünde üniversite ve kamu kurumlarının ilgili paydaşları ile birlikte hareket etmenin, taleplerin ve önerilerin dikkate alınmasının önemine vurgu yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Akvaryum balığı, üretim, işletme, ticaret, perakende

The Status, Problems and Solution Suggestions of the Aquarium Sector in Ordu Province (Turkey)

Abstract

The present study was conducted to determine the condition and problems regarding the aquarium businesses in Ordu and to suggest solutions. In the study, the complete count survey method was applied to 11 businesses. It was determined that one of the businesses was an aquarium fish production facility and 10 of them were aquarium sellers. It was determined that 55% of the businesses were in central Ordu, 18% of them were located in Ünye, 18% of them were located in Fatsa and 9% of them were located in Perşembe. It was also determined that 73% of the aquarium businesses were tenants while 27% of them were operating in their own property. It was observed that 87% of the personnel were male and 13% were female; 46.6% were primary school graduates, 46.6% were high school graduates and 6.6% were university graduates. It was determined that 91% of the fish sold by the businesses were procured domestically and 9% of them were procured from abroad. In the study area, 15 fish species from 5 families and 9 plant species from 9 families were sold. It was found that fungus constituted 50% of the diseases observed in the aquarium businesses while white spots constituted 45% and the remaining 5% consisted of other diseases. As a result of the study, the major problems of the businesses were found to include illegal production, illicit fish sale, fish diseases, high rent expenses, inability to establish aquarium cooperatives, and the introduction of the obligation to work with a veterinary. In the present study, the importance of cooperating with the related stakeholders of universities and public institutions and taking demands and suggestions into consideration in the solution of the prominent problems experienced by aquarium businesses were emphasized.

Keywords: Aquarium fish, production, business, trade, retail

GİRİŞ

Yaklaşık 2000 yıllık geçmişe sahip olan akvaryum balıklarının yetiştiriciliği, günümüzde en popüler hobiler arasında yer almaktadır. Dünya üzerinde tahminen 225 ülkenin bulunduğu, akvaryum balığı uluslararası ticaretinde her yıl 4000'den fazla tatlı su ve 1400'den fazla tuzlu su türü olmak üzere yaklaşık 1 milyar adet akvaryum balığı alıcı bulunmaktadır (Whittington ve Chong, 2007). Ayrıca

su ürünleri sektöründe, adet, boy ve uzunluk başına maliyet bakımından en değerli balığın akvaryum balıkları olduğu bildirilmektedir (Saxena, 2003; Galib ve Mohsin, 2010).

Dünyada canlı süs balığı ithalatı daha çok nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ve ekonomik olarak gelişmiş ülkelere gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de akvaryum balıkları ithalatı, Singapur, Tayland, Tayvan ve Çin gibi Uzakdoğu Asya ülkelerinden yapılmaktadır (Kılıçerkan ve Çek, 2011). Japonya, ABD ve Avrupa toplam talebin %65’ini Asya ülkelerinden karşılamaktadır (Ghosh vd., 2003). İklim şartlarının uygun olması ve geleneksel alışkanlıklarla birlikte doğal stokların varlığı, biyoçeşitlilik, su kaynaklarının yeterli olması ve kalifiye iş gücü gibi faktörlerden dolayı Uzak Doğu ülkeleri, akvaryum balıkları üretim ve ihracatını dünya çapında ticari bir boyuta taşımaya başarmıştır (Çelik vd., 2014). En fazla tüketim sağlayan ve ithalat yapan ülkeler; ABD, İngiltere, Almanya, Japonya ve Fransa’dır (Goswami ve Zade, 2015). 2018 yılında küresel çapta süs balıkları pazarı 5 milyar \$’lık bir değere ulaşmıştır. Bu pazara tropikal tatlı su türleri öncülük etmiş ve 2018 yılındaki küresel gelirin %52,2’sini oluşturmuştur. Tuzlu su akvaryum balığı türlerinin ise 2019’dan itibaren 2025’e kadar %9’luk bir ortalama yıllık büyüme oranı göstererek, en hızlı büyüyen sektörlerden biri olması beklenmektedir (Anonim, 2019).

Ülkemizde ise son yıllarda süs balığı üretim işletmeleri sayısında daha çok ılıman iklimli bölgelerimizde artış görülmektedir. İç piyasada ihtiyaç duyulan miktarın bir kısmı bu yetiştiricilik yolu ile sağlanırken, dışarıdan hala büyük oranda balık ithalatı yapılmaktadır (Yılmaz vd., 2014). TÜİK’in dış ticaret istatistikleri veri tabanı kayıtlarına göre 2019 yılında; 2.721.699 ₺ (476.295 \$) değerinde akvaryum canlısının ithal edildiği, ihracatta ise toplam değer 229.505 ₺ (39.802 \$) olduğu bildirilmektedir (TÜİK, 2019). Özgür vd. (2015) dünya süs balıkları ticaretine küresel bir bakış adlı çalışmada; süs balıkları üretim ve ticaretinde ülkemizin bir hayli geride olduğunu, bu durumu geliştirmek için bilimsel olarak desteklenmiş ticari yatırımların daha fazla yapılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Yurt içindeki kaynaklardan talebin karşılanabileceğini düşünen girişimcilerin uğraşlarıyla son yıllarda Antalya’da yeni işletmeler kurulmaya başlanmıştır. Bu işletmelerde, özellikle Japon balıkları, lepistes, moli, koi ve çiklit balıklarının yetiştirilmesine başlanmıştır (Gümüş vd., 2013). Ülkemizde ticari boyut ve kapasitede akvaryum balıkları üretimi yapan kayıtlı ve ruhsatlı 13 işletme bulunmaktadır. Bu sayının toplamda 30 olduğu tahmin edilmektedir (Çelik vd., 2014). Avcı (2016) şehir akvaryumlarını incelediği araştırmasında, akvaryumların ülke ekonomisi ve ülkenin gelişmesi üzerinde faydası olduğunu, özellikle halk akvaryumlarının birçok kişiye iş olanağı sağladığını belirtmiştir. Aydın (2018) çalışmasında, akvaryum sektöründe kalitenin arttırılmasının ve farklılıkların yaratılmasının gerekli olduğunu belirtmiş, tüketicinin isteklerinin tespit edilmesini ve bu amaçla gerekli hizmetin oluşturulmasının önemli olduğunu ifade etmiştir.

Bu araştırma, Ordu ilindeki akvaryum işletmelerinin durumunu tespit etmek, başlıca sorunlarını belirlemek ve bunlara ilişkin çözüm önerileri sunmak amacıyla yapılmıştır. Akvaryum işletmeleri konusunda yapılmış yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Benzer çalışmaların çoğu bölgesel olup işletmelerin genel profilinin çıkarılması ve ithal edilen balık türleri üzerine araştırmalar şeklindedir. Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi’nde ilk defa yapıyor olması nedeniyle de önem arz etmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma materyalini öncelikle işletmelerden anket yolu ile elde edilen 2015 yılı verileri oluşturmaktadır. Ordu’da toplam 11 adet akvaryum işletmesi araştırma kapsamına alınmış ve bu işletmelere tam sayım anket yöntemi uygulanmıştır. Bir popülasyon üzerinde yapılmakta olan çalışmada, popülasyona ait veriler iki yöntemle toplanmaktadır. Bunlardan ilki tam sayım yöntemi, diğeri ise örneklemedir. Popülasyonu meydana getiren birimlerin tek tek incelenerek onlardan ölçme, tartma, gözlem ya da soruşturma yoluyla bilgi alınmasına tam sayım denilmektedir (Güneş ve Arıkan, 1988). Popülasyondaki birim sayısı az ise, tam sayım tercih edilmelidir (Çiçek ve Erkan, 1996). Az sayıdaki işletmede; Sayılı vd. (1999), Hekimoğlu vd. (2005), Koç (2007), Karataş vd. (2008), Sargin (2009) ve Kocaman (2011) çalışmalarında tam sayım anket yöntemi kullanmışlardır.

Araştırma verilerinin toplanmasında yüz yüze görüşme yöntemi kullanılmıştır. İşletme sahiplerine ve çalışanlarına anketteki sorular kapalı ve açık uçlu olarak yöneltilmiştir. Gerekli açıklamalar yapılarak, vermiş oldukları cevaplar işletme sahipleri adına anket formuna işaretlenmiştir. Ordu ilinde akvaryumculuk faaliyetlerine ve sorunlarına genel bir bakışı ele alan bu çalışma; daha önce İzmir, İstanbul (geneli), Hatay, Antalya, Mersin ve İstanbul (Avrupa yakası) (Hekimoğlu vd., 2005; Çelik

vd., 2010; Kılıçerkan ve Çek, 2011; Kanyılmaz vd., 2013; Özlüer Hunt ve Koca, 2014; Büyüктаş ve Kızak, 2018) illerinde gerçekleştirilen araştırmalar esas alınarak yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ordu merkezde kayıtlı olan akvaryumcu sayısı 6, Ünye ve Fatsa ilçelerinde 2 adettir. Perşembe ilçesinde ise Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan üretim izni olan 1 adet akvaryum balığı üretim tesisi bulunmaktadır. Toplam dağılıma baktığımızda; il genelinde 10 adet akvaryumcu ve 1 adet akvaryum balığı üretim tesisi tespit edilmiştir. Akvaryum işletmelerinin %27'si 1987-2005 yılları arasında, %73'ü ise 2007-2013 yılları arasında kurulmuştur. Ordu ilinde bulunan 11 adet akvaryum işletmesinin genel dağılımına bakıldığında; %55'inin Ordu Merkez'de, %18'inin Ünye, %18'inin Fatsa, %9'unun ise Perşembe ilçesinde bulunduğu tespit edilmiştir. Çelik vd. (2010) çalışmalarında; işletmelerin %11,4'ünün Kadıköy, %6,5'inin Pendik, %5,7'sinin Ümraniye, Maltepe ve Üsküdar, %4,9'unun Gaziosmanpaşa ve %71,7'sinin diğer ilçelerde olduğunu belirtmişlerdir. Kanyılmaz vd. (2013) çalışmalarında; tesislerden %66,7'sinin şehir merkezinin hemen yakınındaki tarım arazisi ve yerleşim alanlarında, %22,2'sinin merkeze 20-25 km mesafede, %11,1'inin de Serik ilçesi sınırlarında, Antalya merkezine 50 km mesafede olduğunu bildirmişlerdir. Özlüer Hunt ve Koca (2014) çalışmalarında, akvaryum işletmelerinin %52'sinin Akdeniz, %30'unun Yenişehir, %13'ünün Mezitli ve %5'inin Toroslar ilçelerinde bulunduğunu belirtmişlerdir. Hekimoğlu vd. (2005) araştırmalarında, işletmelerin %38,2'sinin Konak, %23,5'inin Bornova, %17,6'sının Karşıyaka, %11,8'inin Buca ve %8,8'inin de Balçova'da bulunduğunu tespit etmişlerdir. Akvaryum işletmelerinin dağılımına bakıldığında daha çok nüfusun yoğun olduğu ve ekonomik olarak gelişmiş ilçelerde veya sahil bölgelerinde toplandığı görülmektedir.

Akvaryum işletmelerinin en önemli masraflarından birisi de kira giderleridir. Araştırmada akvaryum işletme sahiplerinin %27'sinin kendi mülkünde, %73'ünün ise kiracı olarak faaliyet gösterdiği belirlenmiştir. İşletme sahibi ve çalışanların cinsiyet ve eğitim durumu Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Akvaryum işletme sahibi ve çalışanların cinsiyet ve eğitim durumu

	Eğitim Durumu			Toplam
	İlköğretim	Lise	Üniversite	
Sahibi (Erkek)	5	3	1	9
Sahibi (Kadın)	1	1	-	2
Çalışanı (E)	1	3	-	4
Çalışanı (K)	-	-	-	-
Toplam (E)	6	6	1	13
Toplam (K)	1	1	-	2
Genel Toplam	7	7	1	15

Tüm personelin %46,6'sının ilköğretim (tamamı ilkokul), %46,6'sının lise ve %6,6'sının ise üniversite mezunu olduğu, %87'sinin erkek, %13'ünün ise kadın olduğu belirlenmiştir. Hekimoğlu vd. (2005), personelin %94'ünün erkek %6'sının kadın, %21'inin ilkokul, %53'ünün lise, %26'sının ise üniversite mezunu olduğunu, Özlüer Hunt ve Koca (2014), %95'inin erkek %5'inin kadın, %40'ının ilköğretim, %47,5'inin lise, %12,5'inin üniversite mezunu olduğunu, Büyüктаş ve Kızak (2018), çalışanların %98'inin su ürünlerine ait bir mesleki okulu bitirmediğini, %65'inin de mesleki eğitim almadığını bildirmişlerdir. Araştırmada; ilköğretim mezunu oranının diğer çalışmalardan yüksek, lise ve üniversite mezunu oranının düşük olduğu, ayrıca işletmelerde çalışanların büyük bir kısmını erkek personelin oluşturduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada akvaryum işletmecilerinin %82'sinin başka bir kaynaktan gelirinin olmadığı belirlenmiştir. Hekimoğlu vd. (2005), işletmecilerin %47'sinin, Çelik vd. (2010), %62,1'inin, Özlüer Hunt ve Koca (2014) ise %78,3'ünün başka bir kaynaktan gelirlerinin olmadığını bildirmişlerdir. Akvaryum işletmecilerinin çoğunluğunun, elde ettikleri gelirlerinin dışında başka bir geliri bulunmadığı belirlenmiştir.

İşletme sahibi ve çalışanların yaşları ve iş deneyimleri Tablo 2'de gösterilmiştir. İşletme sahiplerinin yaşlarının 32-59 yaş aralığında ve deneyim yıllarının 2-25 yıl olduğu, çalışanlarının 23-31

yaş aralığında ve deneyim yıllarının ise 1-7 yıl arasında değiştiği tespit edilmiştir. İşletme sahiplerinin çalışanlardan yaşça büyük ve daha tecrübeli oldukları görülmüştür. Hekimoğlu vd. (2005), işletme sahiplerinin 21-58 yaş, deneyimlerinin ise 0-42 yıl, çalışanların 18-58 yaş ve deneyimlerinin 0-25 yıl, Çelik vd. (2010), işletme sahiplerinin deneyimlerinin 0-16 yıl, Özlüer Hunt ve Koca (2014), işletme sahiplerinin 18-56 yaş aralığında ve deneyimlerinin 1-37 yıl, çalışanlarının ise 18-45 yaş aralığında ve deneyimlerinin 1-17 yıl arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yaş dağılımı ve iş deneyiminin yerleşim yerlerindeki farklılıklara bağlı olarak değişkenlik gösterdiği görülmüştür.

Tablo 2. İşletme sahibi ve çalışanların yaşları ve iş deneyimleri (yıl)

	İşletme sahibi		İşletme çalışanı	
	Yaşı	Deneyim	Yaşı	Deneyim
En az (minimum)	32	2	23	1
En çok (maksimum)	59	25	31	7
Ortalama	43	10	27	4

Satılan balıkları işletmecilerin %91'inin yurt içinden (Mersin, Adana ve Hatay), %9'unun ise yurt içinden ve yurt dışından (Tayland-ithalatçı firma aracılığı ile) temin ettikleri tespit edilmiştir. Çelik vd. (2010) işletmelerin %12'sinin yurt içinden, %21'inin yurt dışından, %67'sinin ise her ikisinden, Hekimoğlu vd. (2005) %44'ünün yurt içinden, %3'ünün yurt dışından, %53'ünün ise her ikisinden temin ettiklerini bildirmişlerdir. Özlüer Hunt ve Koca (2014), akvaryum işletmelerinde satılan balıkların yurt içi olarak Mersin, Antalya, İzmir, Adana ve Ankara'dan, yurt dışından ise Suriye ve Uzakdoğu ülkelerinden Singapur, Tayland ve Malezya'dan getirildiğini belirtmişlerdir. Araştırmada balık temininin yüksek oranda yurt içinden sağlandığı, Çelik vd. (2010) ve Hekimoğlu vd. (2005) tarafından yapılmış olan çalışmalarda ise daha çok hem yurt içi hem de yurt dışından temin edildiği belirlenmiştir. Ayrıca ithalatın yapıldığı ülkelerin çoğunlukla Uzakdoğu ülkeleri olduğu görülmektedir.

Ordu ilinde işletmelerin bir tanesinin (%9) akvaryum balıkları üretimi yaptığı, üretilen türlerin japon balığı (teleskop ve altınbaş), koi, lepistes, moli ve kılıçkuyruk olduğu belirlenmiştir. Gümüş vd. (2013), işletmelerin japon balıkları, koi, canlı doğuranlar, lepistes ve moli gibi balıkları ürettiklerini, Çelik vd. (2010) işletmelerin %35,7'sinin balık yetiştirdiğini, Hekimoğlu vd. (2005), akvaryum işletmelerinin 8 (%23,5)'inin bazı balık türlerini yetiştirdiklerini, bu türlerin ise; lepistes, kılıçkuyruk, plati, moli, vatoz, çiklit, Japon balığı, çöpçü, beta, diskus ve gurami olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma bulguları; üretilen balık türleri bakımından Gümüş vd. (2013) ve Hekimoğlu vd. (2005)'nin verileri ile benzerlik gösterirken, üretim yapan işletme oranı bakımından düşük kalmıştır. Araştırmada en çok üretilen türün lepistes olduğu, satılan balık türlerinden en çok talep gören türün ise Japon balığı olduğu, bunu lepistes ve çiklit balığı türlerinin takip ettiği belirlenmiştir.

İşletmelerde satılan balık ve bitki türleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Araştırma bölgesinde 5 familyaya ait 15 balık türünün ve 9 familyaya ait 9 bitki türünün satışının gerçekleştiği tespit edilmiştir. Sadece bir işletmede (Ordu merkezde) bitki yetiştiriciliğinin yapıldığı tespit edilmiştir. Araştırmada satışı yapılan bitkiler; *Vallisneria*, *Cabomba*, *Echinodorus*, *Ludwigia*, *Bacopa*, *Anubias*, *Vesicularia*, *Hemigraphis* ve *Lilaepsis* cinslerine ait türlerdir. Hekimoğlu vd. (2005) İzmir'de bulunan işletmelerden 27'sinin akvaryum bitkisi sattıklarını ifade etmişlerdir. Satışı yapılan, bitkileri, işletmelerin %4'ünün yurt dışından, %48'inin yurt içinden, %48'inin ise yurt içi ve yurt dışından temin ettiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca en çok satışı yapılan bitkilerin; *Vallisneria*, *Hygrophila*, *Elodea*, *Cryptocoryne*, *Ceratopteris*, *Ceratophyllum*, *Cabomba*, *Echinodorus*, *Hygrophila*, *Ludwigia*, *Fontinalis*, *Bacopa* ve *Anubias* cinslerine ait türler olduğunu ifade etmişlerdir. Çelik vd. (2010) işletmelerin, satılan akvaryum bitkilerinin %22'sinin yurt içinden, %19'unun yurt dışından, %59'unun ise yurt içi ve yurt dışından temin ettikleri sonucunu bildirmişlerdir. En çok; *Elodea*, *Anubias*, *Echinodorus*, *Ludwigia*, *Vallisneria*, *Cabomba*, *Cryptocoryne*, *Hygrophila*, *Bacopa* ve *Vesicularia*'ya ait türlerin satıldığı belirtilmiştir. Özlüer Hunt ve Koca (2014) işletmelerin 10 tanesinin (%43,7) akvaryum bitkisi sattığını, bu bitkilerin; *Echinodorus*, *Ludwigia*, *Vallisneria*, *Fontinalis*, *Anubias*, *Elodea*, *Anthurium*, *Microsorium*, *Hygrophila* ve *Cabomba* cinslerine ait türler olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma bulgusu Hekimoğlu vd. (2005), Çelik vd. (2010), Özlüer Hunt ve Koca (2014) tarafından yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında; 5 bitki cinsi bakımından benzer bulunmuştur.

Tablo 3. Ordu İli akvaryum işletmelerinde satılan balık ve bitki türleri

Balık			Bitki		
Familya	Latince adı	Türkçe adı	Familya	Latince adı	Türkçe adı
Cyprinidae	<i>Carassius auratus</i>	Japon Balığı	Hydrocharitaceae	<i>Vallisneria spiralis</i>	Saz
	<i>Cyprinus carpio</i>	Koi	Alismataceae	<i>Echinodorus</i> sp.	Amazon
Policiliidae	<i>Poecilia reticulata</i>	Lepistes	Araceae	<i>Anubias barteri</i> v. <i>nana</i>	Anubias
	<i>Poecilia sphenops</i>	Moli	Hypnaceae	<i>Vesicularia dubyana</i>	Java Moss
Cichlidae	<i>Xiphophorus helleri</i>	Kılıçkuyruk	Onagraceae	<i>Lugwigia repens</i>	Gül
	<i>Symphysodon aequifasciatus</i>	Diskus	Acanthaceae	<i>Hemigraphis colorata</i>	Colorata
	<i>Cyrtocara moorii</i>	Yunus Çiklit	Apiaceae	<i>Lilaepsis</i> sp.	Lilaepsis
	<i>Labidochromis caeruleus</i>	Sarı Prenses	Scrophulariaceae	<i>Bacopa</i> sp.	Bacopa
	<i>Aequidens rivulatus</i>	Green Terror	Cabombaceae	<i>Cabomba</i> sp.	Cabomba
	<i>Astronotus ocellatus</i>	Astronot Çiklit			
	<i>Blood parrot</i>	Papağan Çiklit			
	<i>Tilapia mossambica orange</i>	Mısır Çiklit			
	<i>Pterophyllum scalare</i>	Melek			
	Callichthyidae	<i>Corydoras armatus</i>	Çöpçü		
Loricaridae	<i>Pterygoplichthys gibbiceps</i>	Vatoz			
5 Familya	15 Tür		9 Familya	9 Tür	

Araştırmada balık satışı yapan 10 işletmenin balıkların stoklanması için cam akvaryumlar kullandığı, balık üretimi ve satışı yapan 1 işletmenin (Perşembe ilçesindeki) ise anaç balıklar için beton havuzlar (16 adet 5-9 ton su hacminde) ile ahşap havuzlar (51 adet), yavrular için de plastik havuzlar (40 adet) kullandığı belirlenmiştir. İşletmede prefabrik, sera ve açık alanda balık yetiştirme havuzları bulunmaktadır. Tablo 4'te Perşembe ilçesinde bulunan işletmedeki balık yetiştirme havuzlarının yapısı ve özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 4. Perşembe İlçesi'ndeki işletmede bulunan balık yetiştirme havuzlarının yapısı ve özellikleri

Sera İçerisinde	Sayı (adet)	Ebat (cm)
Beton	8	500x270
Ahşap	15	150x120
Plastik	5	130x70
Prefabrik İçerisinde	Sayı (adet)	Ebat (cm)
Ahşap	36	230x120
Plastik	7	130x70
Açık Alanda	Sayı (adet)	Ebat (cm)
Beton	2	750x300
Beton	6	700x300
Plastik	28	130x70

Araştırma bölgesindeki diğer 10 işletmede kullanılan cam akvaryumların ortalama 50-80 litre olduğu ve her işletmede 1-3 adet yaklaşık 200-300 litre hacimli akvaryumlar bulunduğu belirlenmiştir. Kılıçerkan ve Çek (2011), akvaryumcuların ortalama 60-80 litre hacimli cam akvaryumlar kullandıklarını, ayrıca 1-3 adet olmak üzere 250-400 litre hacimli büyük akvaryumların da bulunduğunu ve işletmelerde 15-70 adet arasında akvaryum olduğunu bildirmişlerdir. Hekimoğlu (2006), akvaryumcularda ortalama 30-40 litre hacimli cam akvaryumlar bulunduğunu ve 4-200 adet akvaryum olduğunu tespit etmiştir. Kanyılmaz vd. (2013), süs balığı üretim tesislerinde en planlı havuzların Akdeniz Su ürünleri Üretme ve Araştırma Enstitüsüne ait olduğunu ve burada derinliği 100-200 cm, alanı 100-400 m² arasında değişen beton havuzlar varken, alabalık işletmelerinde geleneksel alabalık havuz tipi, diğerlerinde ise derinliği 40-80 cm, alanı 16-60 m² arasında değişen, bahçe duvarı formunda ya da yine aynı ölçülerde naylon kaplama havuzlar olduğunu belirtmişlerdir.

Özlüer Hunt ve Koca (2014) işletmelerde kullanılan akvaryumların 60-90 lt hacimli, 15-25 adet cam akvaryumlar bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu araştırma bulgularında cam akvaryumların hacmi, Kılıçerkan ve Çek (2011) ve Özlüer Hunt ve Koca (2014)'nin bulguları ile, akvaryum sayısı bakımından da Kılıçerkan ve Çek (2011)'in verileri ile benzerlik göstermektedir. Genel olarak bakıldığında akvaryum işletmelerinde 30-100 litre arasında değişen cam akvaryumların bulunduğu görülmektedir.

İşletmecilerin %27'sinin kendi mülkünde, %73'ünün ise kiracı olduğu, kira giderlerinin yüksek ve önemli bir gider olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin %91'inin perakende %9'unun ise toptan ve perakende satış yaptığı tespit edilmiştir. Satışların mevsimlere göre değişiklik gösterdiği, en fazla balık satışının (%55) kış mevsiminde yapıldığı belirlenmiştir. Özlüer Hunt ve Koca (2014) balık satışının %65,3'ünün, Hekimoğlu vd. (2005) %67'sinin, Çelik vd. (2010) %90,9'unun kış mevsiminde yapıldığını bildirmişlerdir. Bütün çalışmalarda balık satışlarının yüksek oranda kış aylarında yapıldığı görülmektedir.

İşletmelerin 10 tanesinde şebeke suyu, bir tanesinde kaynak suyu kullanıldığı belirlenmiştir. İşletmelerin %36'sının su arıtıcısı kullandığı, %64'ünün ise kullanmadığı tespit edilmiştir. Üretim yapan işletmede alabalık yemi (%50 ham protein, %18 ham yağ) ve *Artemia* kullanıldığı, diğer işletmelerde ticari olarak satılan akvaryum balığı yemleri kullanıldığı belirlenmiştir. Gümüş vd. (2013) akvaryum balığı üretim tesislerinin çoğunda alabalık yemi kullanıldığını, bazı tesislerin hazırladıkları fakat besin madde kompozisyonunu bilmedikleri yemlerle balıkları beslediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, balıkların beslenmesinin anaçların verimliliği, büyüme ve su kirliliği açısından önemli olduğunu, tesislerin bu konudaki eksikliklerini gidermek zorunda olduklarını vurgulamışlardır. Sales ve Janssens (2003) zengin bir tür çeşitliliğine sahip süs balıklarının her bir türü için farklı besin madde ihtiyaçları olduğunu bildirmişlerdir. Ticari olarak yetiştirilen japon balıklarına kaliteli yem verilmesi, onların büyümelerini, renklenmelerini ve genel sağlıklarını arttırmada önemli bir rol oynar (Tacon, 1993). Dolayısıyla işletmeciler yem konusunu titizlikle ele almalı, türe uygun yem kullanmalıdırlar.

Akvaryum işletmelerindeki en temel sorunlardan birisinin de balık hastalıkları olduğu gözlenmiştir. İşletmelerde görülen hastalıkların %50'sini mantar, %45'ini beyaz benek ve %5'ini ise diğer hastalıkların oluşturduğu, tedavide hastalıklara uygun balık ilaçlarının kullanıldığı, etken maddelerinin ise malahit yeşili, metilen mavisi, potasyum permanganat olduğu tespit edilmiştir. Kılıçerkan ve Çek, (2011) işletmelerin %90'unda beyaz benek ve mantar, %10'unda ise diğer hastalıkların görüldüğünü, Hekimoğlu vd. (2005) hastalıkların %49'unu mantar, %32'sini beyaz benek ve %19'unu ise diğer hastalıkların oluşturduğunu, Özlüer Hunt ve Koca (2014) hastalıkların %70'ini beyaz benek ve mantar hastalığının oluşturduğunu bildirmişlerdir. İşletmelerde görülen hastalıkların büyük bir kısmını benzer şekilde mantar ve beyaz benek hastalıklarının oluşturduğu görülmektedir. Balık hastalıklarının ortaya çıkışında etkili faktörler; balık türü, yetiştirme sistemi, çevresel koşulları ve patojen karakteristikleri olup, balık hastalıkları, bu faktörlerin interaksyonu sonucu ile meydana gelmektedir (Yavuzcan vd. 2010). Araştırmada birçok işletmede balıkların sıkışık bir şekilde stoklandıkları ve su şartlarının iyi olmadığı dikkat çekmiştir. Bu şartlar düzeltilirse işletmelerde görülen hastalıkların azalması sağlanmış olacak ve müşterilere daha sağlıklı balıklar verilebilecektir.

Yapılan araştırmada işletmelerin %91'inin akvaryum balığı satışı yanında akvaryum malzemelerinin satışını yaptıkları tespit edilmiştir. Araştırma bölgesinde satılan malzemelerin; hava motoru, akvaryum ısıtıcısı, akvaryum filtresi, hava taşı, hortum, kepçe, akvaryum süs malzemeleri ve akvaryum olduğu belirlenmiştir. Kılıçerkan ve Çek (2011) işletmelerin %95'inin, Hekimoğlu vd. (2005) %97'sinin, Özlüer Hunt ve Koca (2014) %96'sının balık dışında, malzemelerin de satışını yaptıklarını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalara bakıldığında balık satışının yanında akvaryum malzemeleri satış oranının benzer bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir.

İşletme sahipleri sektörde kalıcı yer edinebilmelerini ve gelişmelerini sağlamak amacıyla akvaryum kooperatifçiliğinin kurulması gerektiğini belirtmişlerdir. İşletme sahiplerinin %73'ünün kooperatif kurulmasına olumlu, %27'sinin ise olumsuz baktıkları belirlenmiştir. Kılıçerkan ve Çek, (2011) işletmelerin kooperatifçiliğe %55'inin olumlu, %45'inin ise olumsuz baktığını bildirmiştir. Her iki çalışmada da akvaryum kooperatifçiliği kurulması hakkında olumlu düşünenlerin oranı daha fazladır. 1.Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı sonuç bildirgesinde; ticari pek çok faaliyette olduğu gibi, bu sektörde de gelişim ve otokontrol için örgütlenme ihtiyacı olduğuna dikkat çekilmiştir (Anonim, 2014). Doğan (2018) Türkiye'de Süs Balıkçılığına Yeni Bir Bakış Çalıştayı'nda; akvaryum

balıkçılığında kooperatifleşmenin önemini vurgulamıştır. Singapur'un dünyanın en büyük akvaryum balıkları ihracatçısı olmasının en büyük sebepleri arasında; yerel üreticilerin tek bir çatı altında toplanarak birlik olmasını ve üretim kooperatiflerine sahip olmalarını göstermiştir. Araştırmacı ayrıca ülkemizde de akvaryum balıkları üretiminde tarım sektöründe uygulanan örgütlenme yapısı ve kooperatifleşmenin uygulanabilir olduğunu, kooperatiflerin ulusal ve uluslararası pazarda, merkezi yönetimlerin alacağı kararlarda sivil inisiyatif olarak önemli işler başarabileceğini belirtmiştir.

Veteriner ile çalışma zorunluluğuna işletmecilerin %64'ü olumsuz, %36'sı olumlu baktıklarını belirtmişlerdir. Veteriner ile çalışma zorunluluğuna olumlu bakan işletme sahiplerinin herhangi bir konuda (hastalık vb.) veterinerlerden danışmanlık hizmeti almadıkları tespit edilmiştir. Bu durum da oldukça düşündürücüdür. Bu işletmelerde hem yönetmelikte hem de sahada su ürünleri mühendislerinin ve balıkçılık teknolojisi mühendislerinin aktif olarak yer alması bu sektörün gelişmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Çelik vd. (2014) akvaryum sektörünün başlıca sorunları arasında; veterinerlerin balık sağlığı ve tedavisinde yeterli teknik desteği sağlayamadıklarını da belirtmişlerdir. Büyüktaş ve Kızak (2018) veteriner meslek grubunun, su ürünleri mühendislerinin faaliyet alanlarına girmiş olduğunu, yetki ve sorumluluklarının kısıtlanarak, bu hakların sektörün gerçek yürütücü ve geliştiricisi olan su ürünleri mühendislerine devredilmesini ifade etmişlerdir. Aydın (2019) akvaryum balıkları satış yerlerinde su ürünleri teknikeri veya mühendisinin aktif olarak yer almasının, hem balık refahı hem de müşteri memnuniyetinin artırılmasında önemli olduğunu vurgulamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Akvaryum işletmesi kurmak isteyen yeni yatırımcıların şevki çoğu zaman devlet kurumlarıyla ilgili karşılaşılan yasal mevzuatlar, çok sayıda kurumdan izin alma ve bu sürecin gereksiz yere uzaması gibi nedenlerle kırılmaktadır. İlgili Bakanlık tarafından yatırımcıların özendirilmesi ve teşvik edilmesi için sistemin, yatırımcıların bütün işlemlerini hızlı çözecek şekilde yeniden yapılandırılması ve bürokratik sürecin kısaltılması gerekmektedir.

Araştırma bölgesinde bulunan işletmeler balık ihtiyaçlarını, Akdeniz Bölgesi'nden Hatay, Mersin ve Adana illerinden temin etmektedirler. İşletmeciler tarafından Akdeniz Bölgesi'nin tercih edilmesinde; ürün tedarikinin süreklilik arz etmesi, ürün kalitesinin daha yüksek olması ve daha ekonomik olması gibi etkenler öncelik arz etmektedir. Yaklaşık 700-800 km gibi mesafelerden taşıma prosedürlerinin tam olarak uygulanmaması sonucunda taşınan balıklar nakil sonrası deformasyon, yorgunluk ve adaptasyon gibi sorunlar yaşamakta, buna bağlı olarak ölüm oranları artmaktadır. Perşembe ilçesinde bulunan işletmede akvaryum balıklarının bir kısmının üretimi yapılmaktadır. Bunun gibi işletmelerde üretiminin artırılmasına yönelik destekler sağlanırsa, işletmenin sektörde tutunmasına da katkı sağlanmış olacaktır.

Araştırma sonunda tüm personelin %46,6'sının ilköğretim (tamamı ilkokul) mezunu olduğu ve benzer çalışmalardan bu oranın yüksek olduğu görülmüştür. Tüm personel için hem eğitim düzeylerinin artırılmasına yönelik, hem de meslek eğitimleri verilmesi yönünde çalışmalar yapılabilir.

Akvaryum işletmelerinde dönem dönem hastalıklar yüzünden kayıplar yaşanmaktadır. Veterinerler balık hastalıkları tedavisinde yeterli desteği sağlayamadıkları için, hastalıklarla karşılaşan işletmelerin çoğu kendi tecrübelerinden faydalanarak çözüm bulmaya çalışmaktadır. Bu konuda Su Ürünleri Fakültesi, Deniz Bilimleri Fakültesi ve Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü gibi balık hastalıkları tedavisinde yardımcı olabilecek kuruluşlarla irtibat halinde olunmalıdır. İşletmelerde yeni alınan balıklar için herhangi bir karantina uygulanmamakta buna bağlı olarak hastalıklar artmaktadır. Bu nedenle işletmelere dışarıdan getirilen balıklara karantina uygulanmalı ve hasta balıklara farklı akvaryum ve havuzlarda tedavi uygulanmalıdır.

Akvaryumcuların sorun ve ihtiyaçlarını gerekli mercilere iletmek için profesyonel bir organizasyon (kooperatif vb.) eksikliği bulunmaktadır. Akvaryum işletmeleri bir araya gelmeli sorunlarını ve sektörün geleceği adına eksikliklerini belirleyerek gerekli mercilere iletmelidirler. Mevcut sorunların çözümünde başarı sağlamak için üniversite ve kamu kurumlarının ilgili paydaşları ile birlikte hareket etmek, gelen talep ve önerileri iyi değerlendirebilmek gereklidir.

Akvaryum işletmeleri için önemli sorunlardan birisinin de "kaçak balık girişi" ve "merdiven altı satıcıların" varlığıdır. Bu durum kontrolsüz balık girişi yapılmasına, yerli üreticilerin rekabet etmekte zorlanmasına, hastalık girişine ve vergi kaybına neden olmaktadır. İlgili merciler tarafından yerli üreticiyi kaldırmak ve vergi kaybını azaltmak için akvaryum balık ithalatı ile ilgili hükümler

yeniden düzenlenmelidir. Ayrıca ülkemizde akvaryum balıkları üretimini teşvik edilmesi gerekmektedir.

Akvaryum balıkları dünyada ve ülkemizde daha çok tropikal veya subtropikal bölgelerde yetiştirilmektedir. Karadeniz Bölgesinde akvaryum balığı üretimi yapan tek işletme olması bakımından Perşembe'deki işletme bölgeye balık temininde önem arz etmektedir. Ülkemizde bunun gibi yatırımların desteklenmesi, sektörün gelişmesine önemli derecede katkılar sağlayacaktır.

Teşekkür: Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Bu çalışma, Ekoloji 2017 Uluslararası Sempozyumu Kitabı'nda özet olarak yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2014). 1. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı Sonuç Raporu, (30-31 Ekim 2014), Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Merkezi, Antalya. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/akdenizsuurunleri/Lists/Haber/Attachments/11/SONU%C3%87%20B%C4%BOLD%C4%BORGES%C4%B0.pdf> (Erişim tarihi: 29.04.2020)
- Anonim, (2019). Ornamental Fish Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Tropical Freshwater, Temperate, Marine), By Application (Commercial, Household), By Region, And Segment Forecasts, 2019 – 2025. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/ornamental-fish-market> (Erişim tarihi: 31.01.2020)
- Avcı, D. (2016). *Şehir akvaryumlarının genel yapısı ve özellikleri*. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 85s, İstanbul.
- Aydın, B. (2018). Üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları satın alma görüş ve tutumları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4), 447-454. doi: 10.12714/egejfas.2018.35.4.10
- Aydın, B. (2019). Üniversite öğrencilerinin akvaryum balıkları satış yerleri hakkındaki görüş ve tutumları. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 465-472. doi:10.35229/jaes.632165
- Büyüktaş, E., & Kızak, V. (2018). İstanbul Avrupa yakasında bulunan akvaryum işletmelerinin genel profilinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(3), 196-207.
- Çelik, İ., Yılmaz, S., Çelik, P., Saygı, H., Onal, U., & Bashan, T. (2010). The general profile of aquarium sector in Istanbul (Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(23), 2973-2978.
- Çelik, İ., Çelik, P., & Şahin, T. (2014). Akvaryum sektörünün mevcut durumu, sorunlar ve çözüm önerileri. *1. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı*, 30-31 Ekim 2014, Antalya, <http://aves.comu.edu.tr/YayinGoster.aspx?ID=395&NO=23> (Erişim tarihi: 25.01.2020)
- Çiçek, A., & Erkan, O. (1996). *Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Yöntemleri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat, 245s.
- Doğan, K. (2018). Akvaryum balıkçılığında kooperatifleşmenin önemi. *Türkiye'de Süs Balıkçılığına Yeni Bir Bakış Çalıştayı*, Milli Eğitim Bakanlığı, Beykoz Barbaros Hayrettin Paşa Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, 30 Kasım 2018, İstanbul, <http://acikerisim.istanbul.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12627/542> (Erişim tarihi: 05.05.2020)
- Galib, S., & Mohsin, A. (2010). Exotic ornamental fishes of Bangladesh. *Bangladesh Journal of Progressive Science and Technology*, 8(2), 255-258.
- Ghosh, A., Mahapatra, B.K., & Datta, N.C. (2003). Ornamental fish farming-successful small scale aqua business in India. *Aquaculture Asia*, 8(3), 14-16.
- Goswami, C., & Zade, V.S. (2015). Analysis of international trade and economical and commercial scope of ornamental fishes. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(5), 36-40. doi: 10.12714/egejfas.2018.35.4.10
- Gümüş, E., Kanyılmaz, M., Güllü, İ., & Sevgili, H. (2013). Antalya bölgesindeki süs balığı üreten işletmelerin yapısal ve teknik analizi: II. teknik özellik ve pazarlama durumları. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(2), 35-41.
- Güneş, T., & Arıkan, R. (1988). *Tarım Ekonomisi İstatistiği*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1049, Ankara, 215s.
- Hekimoğlu, M.A., Şenol, Ş., & Saygı, H. (2005). İzmir merkez ilçelerinde akvaryum işletmelerinin genel profilinin çıkarılması üzerine bir araştırma. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2), 119-123.
- Hekimoğlu, M.A. (2006). Akvaryum sektörünün Dünya'daki ve Türkiye'deki genel durumu. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1-2), 237-241.
- Kanyılmaz, M., Gümüş, E., Sevgili, H., & Güllü, İ. (2013). Antalya bölgesindeki süs balığı üreten işletmelerin yapısal ve teknik analizi: I. yapısal özellikleri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6(2), 55-60.
- Karataş, M., Sayılı, M., & Koç, B. (2008). Sivas ili gökkuşağı alabalık işletmelerinin yapısal ve ekonomik analizi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 49-55.

- Kılıçerkan, M., & Çek, Ş. (2011). Hatay ilçelerindeki akvaryum işletmelerinin genel profilinin çıkarılması üzerine bir araştırma. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1(4), 77-82.
- Kocaman, E. (2011). *Gümüşhane ilinde gökkuşağı alabalık işletmelerinin ekonomik analizi*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 76s, Tokat.
- Koç, B. (2007). *Sivas ili alabalık işletmelerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Tokat.
- Özgür, M.E., Gürçay, S., Memişoğlu, E., Akgün, H., & Bayır, İ. (2015). Dünya süs balıkları ticaretine küresel bir bakış. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8(1), 01-05.
- Özlüer Hunt, A., & Koca, Y. (2014). Mersin merkezindeki akvaryum sektörünün genel profilinin çıkarılması üzerine bir çalışma. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(3), 145-150. doi: 10.12714/egejfas.2014.31.3.05
- Sales, J., & Janssens, G.P.J. (2003). Nutrient requirements of ornamental fishes. *Aquatic Living Resources*, 16(6), 533-540.
- Sargin, İ. (2009). *Erzincan ili alabalık işletmelerinin durumu, sorunları ve çözüm önerileri*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 58s, Tokat.
- Sayılı, M., Karataş, M., Yücer, A., & Akça, H. (1999). Tokat ilinde alabalık yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. *Ekin Dergisi*, 7, 66-72.
- Saxena, A. (2003). *Aquarium Management*. Daya Publishing House, New Delhi, India, 230p.
- Tacon, A.G.J. (1993). Feed ingredients for warm water fish: fish meal and other processed feed stuffs. FAO Fisheries Circular No. 856, FAO, Rome, p. 64.
- TÜİK, (2019). <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=25¶m2=0&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5802> (Erişim tarihi: 04.02.2020)
- Yavuzcan, H., Pulatsü, S., Demir, N., Kırkağaç, M., Bekcan, S., Topçu, A., & Başçınar, N. (2010). Türkiye'de sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği. *TMMOB Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 2, 767-789. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/1a94cef23357f68_ek.pdf (Erişim tarihi: 06.05.2020)
- Yılmaz, E., Ustaoglu, D., Arık, R.O., & Emirzeoğlu, S. (2014). Ülkemizdeki süs balığı yetiştiriciliği sektörüne genel bakış. *1. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı*, 30-31 Ekim 2014, Antalya.
- Whittington, R., & Chong, R. (2007). Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: the case for revised import risk analysis and management strategies. *Preventive Veterinary Medicine*, 81(1), 92-116. doi:10.1016/j.prevetmed.2007.04.007

On a New Occurrence of the Invasive Grapsid Crab, *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Percnidae) in Oran Bay (Northwestern Algeria)**Kais Boumediene HUSSEIN¹ , Lotfi BENSAPHLA-TALET^{2*}  Ahmed BENSAPHLA-TALET² **¹ University Oran1. Ahmed BENBELLA, Faculty of Natural Sciences and Life, Department of Biology. Laboratory Réseau de Surveillance Environnementale (LRSE). 31000 Oran, Algeria.² University Oran1. Ahmed BENBELLA, Faculty of Natural Sciences and Life, Department of Biology. Laboratory of Aquaculture and Bioremediation (AQUABIOR). 31000 Oran, Algeria.*Corresponding author: bensahlatalet.lotfi@univ-oran1.dz / btlotfi1977@gmail.com**Short Article**

Received 02 March 2020; Accepted 16 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Hussein, K. B., Bensahla-Talet, L., & Bensahla-Talet, A. (2020). On a New Occurrence of the Invasive Grapsid Crab, *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Percnidae) in Oran Bay (Northwestern Algeria). *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 396-399. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.696400>**Abstract**

Percnon gibbesi is an invasive crab reported for the first time from Linosa Island and the Balearic Islands. This grapsid crab is the most invasive decapod species to enter the Mediterranean Sea. It was first recorded in 1999 and has since spread from Spain to Turkey. In this paper, we report the first record in Oran coasts, where it probably established in « la Madrague beach » in winter of 2017 after its establishment in eastern and central Algerian waters since 2008.

Keywords: Occurrence, *Percnon gibbesi*, alien species, Oran Bay, Algeria

İstilacı Grapsid Yengeci *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Percnidae)'nin Oran Körfezi'ndeki (Kuzeybatı Cezayir) ilk gözlem kaydı**Özet**

Percnon gibbesi, ilk kez Linoz Adası ve Balear Adaları'nda görülmüş olan istilacı bir yengeçtir. Bu grapsid yengeç, Akdeniz'de yayılım gösteren en istilacı Decapoda türüdür. İlk kez 1999 yılında kaydı verilen bu tür o zamandan günümüze kadar İspanya'dan Türkiye'ye kadar yayılış göstermiştir. 2008 yılında Doğu ve Orta Cezayir sularında (muhtemelen 2017 kışında) görülen bu türün, Oran « la Madrague Beach » kıyılarındaki ilk kaydı bu makalede rapor edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İlk kayıt, *Percnon gibbesi*, istilacı tür, Oran Körfezi, Cezayir

INTRODUCTION

Percnon gibbesi is native to the Pacific (California to Chile) and Atlantic (Florida to Brazil) coasts of the Americas, and the Atlantic coast of Africa (Madeira, the Azores, the Cape Verde Islands and the coast of Africa from Morocco to Ghana and offshore islands in the Gulf of Guinea) (Manning & Holthuis, 1981). Reconstituting *P. gibbesi* invasion Katsanevakis et al., 2011 stated that it was first recorded in the Mediterranean Sea in 1999 in Linosa Island (Sicily Strait), southeastern Sicily, and the Balearic Islands (Relini et al., 2000; Garcia and Reviriego, 2000; Müller, 2001; Mori and Vacchi, 2002). Since then, its population in the Mediterranean Sea has expanded rapidly.

In Algeria, it was first reported in Collo (Skikda district) in 2010 (Katsanevakis et al., 2011) also in Algiers, in the localities of Rais Hamidou and Sidi Fredj by Lamouti (2010) in central Algerian waters and then in Eastern Algerian waters Bada and Derbal (2018), Menail et al. (2019) add to this our first record for northwestern Algerian waters.

The first sighting of *P. gibbesi* in Algerian shallow waters dates back to 2008 in the region of Jijel (Noël and Prouzet, 2017). This crab frequented the Oranian coasts probably the winter of 2017. Herbivorous more or less strict, this stealth crab is active during the day. It frequents rocky shores, ports, and marinas where it hides in cracks or under stones up to -30 m deep. Generally, its shell is slightly longer than wide, and the maximum length observed in la Madrague was a specimen of 16 cm.

As stated by Deudero et al. 2005, Azzurro et al. 2011, Katsanevakis et al. 2011 *P. gibbesi* population invaded the coasts in a short time, and specimens were found everywhere. The high dispersal capacity of *P. gibbesi* suggests that this species could be a potential competitor for the native marbled crab *Pachygrapsus marmoratus*. Nevertheless, Sciberras and Schembri, 2008 observed that in the shallow rocky intertidal zone, *P. gibbesi* overlap with the native grapsid, *Pachygrapsus marmoratus* where they have been considered potential competitors for space and to a lesser degree with the native xanthid, *Eriphia verrucosa*. Müller (2001) found that the two species compete also for food since they have been observed to occur in close proximity.

MATERIALS and METHODS

Our extensive knowledge and monitoring of invasive species in Oran shoreline past years allowed us to easily notice the new presence of this species in July 2017. The method used for the reporting of non-native species consisted of visual patrols, carried out by snorkeling with waterproof camera in the rocky areas and bottom of Oran shoreline (Mazzoldi and De Girolamo, 1998). Visual surveys were realized in free diving between 0 and 3 m and ecological parameters studied were: abundance, habitat (herbarium, sand, rocks, and crevasses), behavior (Indifferent, slow leakage, fast leakage).

RESULTS and DISCUSSION

During our investigation of benthic species richness of Oran coast, we met by chance one specimen of nimble spray crab *P. gibbesi* for the first time in July 2017, at la Madrague beach 35°46'02.2"N 0°49'06.6"W (Sugar Loaf) (Figure 1). Since then, the species has been observed in 2018 and 2019 (Figure 2), in the same place between 1 and 3m of isobaths.



Figure 1. Location of the signaling zone, la Madrague (Sugar Loaf), Western Mediterranean.

P. gibbesi is a very flat crab. Its shell is slightly longer than wide, and its length measures up to 39 mm in males, 34 mm in females, and between 26 and 30 mm in ovigerous females. It has three front teeth and four-pointed anterolateral teeth. Each ambulatory leg is provided of a row of strong thorns on the anterior margin of the merus. Male pliers are uneven and stronger than those of females or juveniles. The general color is brownish-reddish (Williams, 1965; Noël, 2015).

The species is difficult to photograph in scuba diving because it is very fearful and takes refuge very quickly under stones and in crevices (Noël 2015). It hides with agility in cracks or various cavities. It particularly appreciates the rocks lined with calcareous red algae in a beaten environment. It occurs mainly in the intertidal zone and the first three or four meters deep. Large individuals are met more deeply than young ones (Deudero et al., 2005). It has been reported down to -30 m (Verrill, 1908; Fransen, 1991; Galil, 2006; Otero et al., 2013).

The zone is characterized by rocks, resulting from local development works (aquaculture farm) which offer an ideal habitat for the installation of *P. gibbesi*. As stated previously specimen of this grapsid crab moves very fast and made the task difficult for us to determine the sexes of individuals and population was estimated by the visual census (Mazzoldi and De Girolamo, 1998). For 150 m shorelines we counted 10 individuals in 2017, 30 individuals in 2018, the last estimation was performed in 2019 as a mean of 8 individuals per 10 m so 120 individuals to date. It is to highlight that nimble spray crab is difficult to photograph under scuba diving because it is a very fearful crab and takes refuge very quickly under the cracks and crevices. It was photographed after several attempts in 2019 (Figure 2).



Figure 2. *Percnon gibbesi* photographed in 28th, September 2019 in la Madrague, Oran.
Photograph by Dr. Lotfi Bensahla-Talet

Grapsid crab is considered as Herculean species (reached the Mediterranean by the Strait of Gibraltar). It can be consumed by several fish: common dentex, bar, sea bream, porgies; to this list of predators we can add cephalopods such as octopus and large crustaceans. Perhaps the *Percnon* resist the waves better than the *Pachygrapsus*, being stronger to hold on a rocky substrate (flatter, taller, longer legs). Vegetarian, the species does not seem to have a significant effect on the coastal ecosystems it frequents and to date has no known ecological or economic negative impact.

CONCLUSION

The location of the *P. gibbesi* is very limited in Oran coast, so we can conclude that its distribution is currently discontinuous and localized. More in-depth and methodical studies will give us a broader view of population dynamics and a meaningful response to all relationships with other native species or any changes that this recently introduced alien species could bring to the marine ecosystem.

Acknowledgments: This paper is dedicated to the memory of Professor Ahmed BENSAHLA-TALET (December, 1st 1946 – July, 31th 2020) (Algeria).

REFERENCES

- Azzurro, E., Milazzo, M., Maynou, F., Abelló, P., & Temraz, T. (2011). First record of *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Crustacea: Decapoda: Percnidae) from Egyptian waters. *Aquatic Invasions*, 5(1), 123-125.
- Bada, N., & Derbal, F. (2018). Premières données écologiques sur le crabe plat exotique et invasif, *Percnon gibbesi* (Milne Edwards, 1853) du golfe d'Annaba, Algérie. *Approche écosystémique en mer méditerranée : avancées et perspectives*, 24-26 Avril 2018. INAT, Tunis.
- Deudero, S., Frau, A., Cerda, M., & Hampel, H. (2005). Distribution and densities of the decapod crab *Percnon gibbesi*, an invasive Grapsidae, in western Mediterranean waters. *Marine Ecology Progress series* (Halstenbek), 285, 151-158.
- Noël, P., & Prouzet A. (2017). in : DORIS, 17/12/2017 : *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853), <https://doris.ffessm.fr/ref/specie/2848>. Données d'Observations pour la Reconnaissance et l'Identification de la faune et la flore Subaquatiques. Last assessed 26/09/2019.
- Fransen, C. H. J. M. (1991). Preliminary report on Crustacea collected in the eastern part of the North Atlantic during the Cancap and Mauritania expeditions of the former Rijksmuseum van Natuurlike Historie, Leiden. *Nationaal Natuurhistorisch Museum*, Leiden, October 1991, 1-200.
- Galil, B., (2006). *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853). in DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe), Last Modified: November 6th, 2006: http://www.europe-alien.org/pdf/Percnon_gibbesi.pdf Consulté le 8 Décembre 2019.
- Garcia, L., & Reviriego, B., (2000). Presència del cranc subtropical *Percnon gibbesi* (H. Milne-Edwards, 1853) (Crustacea, Decapoda, Grapsidae) a les Illes Balears. Primera cita a la Mediterrania occidental. *Bolleti de la Societat d'Histo`ria Natural de les Balears*, 43, 81-90.
- Katsanevakis, S., Poursanidis, D., Yokes, M.B, Mañiç, V., Beqiraj, S., et al. (2011). Twelve years after the first report of the crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) in the Mediterranean: current distribution and invasion rates. *Journal of Biological Research - Thessaloniki*, 16, 224-236.
- Lamouti, S. (2010). Contribution au développement de cartes biocénétiques dans la région centre de la côte algérienne par la combinaison de méthodes de télédétection et d'observation in situ. Mémoire de magister, USTH, 78 pp.
- Manning, R.B., & Holthuis, L.B. (1981). West Africa Brachyuran Crabs (Crustacea: Decapoda). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 306, 1-379.
- Mazzoldi, C., & De Girolamo, M. (1998). Littoral fish community of the Island Lampedusa (Italy): A visual census approach, *Italian Journal of Zoology*, 65(1), 275-280, DOI: 10.1080/11250009809386832
- Menail, A. A., Rachedi, M., & Derbal, F. (2019). New locality records and morphological characterization of the invasive crab population *Percnon gibbesi* (Decapoda: Grapsidae) in the extreme west of the gulf of annaba (algeria). *Vie et milieu-life and environment*, 69(2-3), 169-175.
- Mori, M., & Vacchi, M. (2002). On a new occurrence of the alien flat crab *Percnon gibbesi* (H. Milne-Edwards), in the southern Sicily (Central Mediterranean Sea). *Annali del Museo Civico di Storia Naturale 'Giacomo Doria'*, 94, 295-301.
- Müller, C. (2001). Erstnachweis der Flachkrabbe *Percnon gibbesi* (Crustacea: Decapoda: Grapsidae) für die Balearischen Inseln. *Senckenbergiana Maritima*, 31, 83-89.
- Noël, P. (2015). Le crabe plat des oursins *Percnon gibbesi* (Milne-Edwards H., 1853). in Muséum national d'Histoire naturelle [Ed.], 20juillet2015. Inventaire national du Patrimoine naturel, 10pp., site web <http://inpn.mnhn.fr>
- Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B., & Savini, D. (2013). Surveillance des espèces envahissantes marines dans les aires marines protégées (AMP) méditerranéennes: guide pratique et stratégique à l'attention des gestionnaires. *UICN*, 1-136.
- Relini, M., Orsi, L, Puccio, V., & Azzurro, E. (2000). The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the Central Mediterranean. *Scientia Marina*, 64, 337-340.
- Sciberras, M., & Schembri, P.J. (2008). Biology and interspecific interactions of the alien crab *Percnon gibbesi* in the Maltese Islands. *Marine Biology Research*, 4(5), 321-332.
- Verrill, A.E. (1908). Geographical distribution; origin of the Bermudian decapod fauna. *American Naturalist (The)*, 289-296.
- Williams, A.B. (1965). Marine Decapod Crustaceans of the Carolinas. *Fishery Bulletin, US Fish and Wildlife Service*, 65(1):xi+298pp.

The Effects of Squirting Cucumber (*Ecballium elaterium* L. 1758) on the Blood Cell Morphology of Common Carp (*Cyprinus carpio* L. 1758)

Emin SEYFİ^{1*}, Muhammet GAFFAROĞLU²

¹ Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Sciences, Department of Biology, Kırşehir, Turkey

² Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Science and Literature, Department of Molecular Biology and Genetics, Kırşehir, Turkey

*Corresponding Author: seyfiemin@gmail.com

Research Article

Received 06 March 2020; Accepted 07 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Seyfi, E., & Gaffaroğlu, M. (2020). The effects of squirting cucumber (*Ecballium elaterium* L. 1758) on the blood cell morphology of common carp (*Cyprinus carpio* L. 1758). *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 400-408. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.700201>

Abstract

It is well-known that for centuries, humans have used plants and herbal remedies to treat many diseases, in addition to the treatment options brought and applied by modern medicine, which relies on scientific studies and actual evidence. One of these plants is the squirting cucumber (*Ecballium elaterium*), or the exploding cucumber. Despite its therapeutic properties, the squirting cucumber may also cause serious biological damage to humans, as demonstrated several studies. This study was conducted to determine whether the juice obtained from ripe fruits of squirting cucumber has any effect on the cell morphology of common carp (*Cyprinus carpio*). Juice application was carried out on 4 groups, composed of 1 control and 3 experimental groups. Squirting cucumber juice was added to three aquariums containing different experimental groups, in three different ppm (100, 200, and 300) levels, for 72 hours. Afterwards, blood smear samples of the fish were prepared, and the preparations were scanned under a microscope to determine the changes in blood cell morphology. The results demonstrated that squirting cucumber juice caused micronucleus formation during cell division in *C. carpio* blood cells, and several abnormalities in blood cell morphology including Lobed nucleus (LB), Bud nucleus (BL), Notched nucleus (NT) and Binucleated erythrocytes (BN).

Keywords: *Ecballium elaterium*, *Cyprinus carpio*, micronuclei, erythrocyte morphology

Acı Kavun (*Ecballium Elaterium* L. 1758)'un Sazan (*Cyprinus Carpio* L. 1758) Balıkları Kan Hücre Morfolojilerine Etkileri

Özet

Yüzyıllardır birçok hastalığın tedavisinde modern tıp tarafından uygulanan, kanıta ve bilimsel çalışmalara dayalı tedavi seçeneklerinin yanı sıra bitkiler ve bitkisel ilaçların da kullanıldığı bilinmektedir. Tedavi amaçlı kullanılan bitkilerden bir tanesi acı kavun (*Ecballium elaterium*) bitkisidir. Acı kavun bitkinin tedavi edici özelliğinin yanı sıra, insanlar üzerinde ciddi biyolojik hasarlar da bıraktığı yapılan çalışmalarda görülmektedir. Bu çalışmada, acı kavun bitkisine ait olgun meyvelerden elde edilen özsuynun sazan balıkları (*Cyprinus carpio*)'nın hücre morfolojilerine etkisinin olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygulama 3 deney ve 1 kontrol grubu olmak üzere 4 grup üzerinde yapılmıştır. Üç farklı deney grubuna ait akvaryumlara 3 farklı ppm (100, 200 ve 300) değerinde acı kavun özsuynü 72 saat uygulanmıştır. Balıklardan kan yayma preparatları hazırlanmıştır ve hazırlanan preparatlar mikroskop altında taranarak kan hücrelerinin morfolojilerinde meydana gelen değişiklikler tespit edilmiştir. Sonuç olarak acı kavun özsuynünün *C. carpio* kan hücrelerinde bölünme esnasında mikronükleus oluşumuna neden olduğu ve kan hücrelerinin morfolojilerinde Loblu nükleus (LB), Tomurcuklu nükleus (BL), Çentikli nükleus (NT) ve Binükleat (BN) gibi anormalliklere neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ecballium elaterium*, *Cyprinus carpio*, Mikronükleus, Eritrosit morfolojisi

INTRODUCTION

Since ancient times, medicinal plants and herbal remedies have been used for the treatment of certain diseases, besides the treatment options of medical doctors that are based on hard evidence brought by scientific studies. Diseases emerging as a result of changes in the dietary habits of humans, along with changes in environmental conditions, and the inadequacy of drugs used for treating these diseases cumulatively increased the human interest in traditional medicine (Baytop, 1999). For the last two thousand years, humans have been using the fruits, roots, and leaves of many known plants

against many diseases including tumors, skin spots, eczema, and sinusitis. One of these medicinal herbs is the squirting cucumber (*Ecballium elaterium*).

In scientific studies, the juice of this plant has been observed to show both positive and negative effects on organisms (Çelik, 2009). Specifically, the juice obtained from the ripened fruits of *E. elaterium* was determined to show certain destructive effects on living things (Mazokopakis, 2009). The effects of *E. elaterium* on living things were tested on mice, plants, and cultured human peripheral Lymphocytes (Rencüzoğullari, 2006; Shabbar and Maslat, 2007; Çelik, 2009). It is known that alterations in blood cells of living organisms, and usually the changes in the number and nucleus morphology of erythrocytes, adversely affect metabolism (Verhovsek, 2017).

In vertebrates, erythrocytes account for more than 99% of the cells found in the blood. Young erythrocytes, produced in the red bone marrow and added to the blood circulation, lose their nucleus along with many of their organelles when they mature in vertebrates except the fish (Aktümsek, 2002). Since mature fish erythrocytes have nuclei (Claver and Quaglia, 2009; Mumford, 2007), it is easier to observe the abnormalities and micronuclei (MN) that may develop in fish erythrocytes due to the effects of *E. elaterium* juice. Abnormalities seen in the erythrocytes are divided into two groups: 1) nucleus abnormalities, and 2) cytoplasm abnormalities (Verhovsek, 2004). Micronuclei (MN) can be seen in cells when cytoplasmic division is disrupted and cells end up containing either entire chromosomes that fail to travel to the poles of the cell during mitosis or chromosome fragments that do not have centromeres. During telophase, a nuclear membrane forms around these entire and/or broken chromosomes, resulting in a structure smaller than the cell's main nucleus, forming what is called a "micronucleus" (Fenech, 2000).

The effect of *E. elaterium* juice on blood cell morphology has been tested on many organisms including mice, rabbits, and plants (Uslu et al., 2006). However, there is no study on *C. carpio*, which has nucleated erythrocytes. In this context, this study was carried out to observe the effects on the nucleus morphology of erythrocytes more easily.

MATERIALS and METHODS

Fish specimens (*Cyprinus carpio*) used in the experiment were obtained from the Yedikır Aquaculture Station operated by the 73rd Branch Directorate of the 7th Regional Directorate under the General Directorate of State Hydraulic Works (DSI) of the Ministry of Forestry and Water Affairs, along with necessary legal permissions, and were left to rest in 173-liter aquariums filled with rested tap water to ensure their adaptation to the new environment. Fish were divided into 4 groups (1 control and 3 experimental groups), with 7 individuals in each group (Çiğremiş, 2003; Özkan, 2011). The fish used in the experiments had an average body weight of 100-120 grams, and an average length of 18-20 cm.

Ripe fruits of squirting cucumber (*Ecballium elaterium*) plants used in the experiment were collected from Manisa, Ankara, and Kırşehir provinces during May and September, and brought to the laboratory (Table 1). With the circular published in 2016 by the Ministry of Health, the cultivation, and sale of this plant were prohibited. Therefore, the necessary legal permissions were taken from the Ministry of Agriculture and Forestry.

Table 1. Localities of *Ecballium elaterium* fruits collected.

Locality	Date	Coordinates	
		Latitude	Longitude
Manisa - Salihli	May - 2017	38.479625°	28.037181°
Ankara- Batıkent	September - 2017	39.967906°	32.713785°
Kırşehir	September - 2017	39.145961°	34.153838°

Ripe fruits brought to the laboratory were crushed in a sterile container. The fruit juice was obtained from the crushed fruit material by using filter paper. About 500 ml of fruit juice was obtained from approximately 7-8 kg of ripe fruit. This juice was added to all 3 aquariums in the experimental group, in volumes of 17.3, 34.6, and 51.9 ml (100, 200, and 300 ppm), respectively (Table 2). The application continued for 72 hours, as seen in Figure 1 below, and the water in all aquariums was changed every 24 hours.

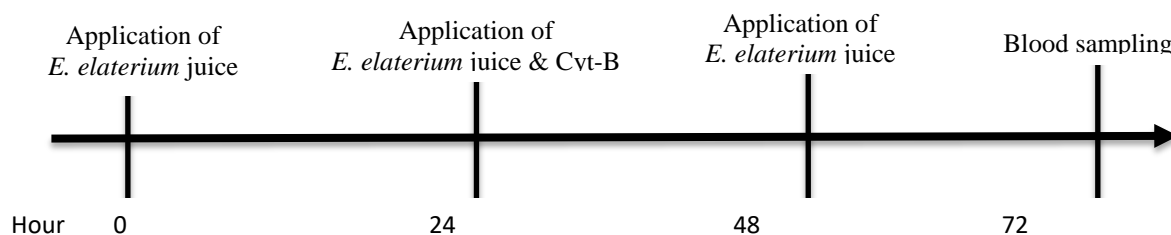


Figure 1. Working schedule (timetable).

On the 24th hour of the experiment, 1 mg of Cytochalasin B (Cyt-B) was injected into each fish, from an 80 ml solution prepared by dissolving 1 ml of Cyt-B (Sigma, 6762) in 79 ml of Dimethyl Sulfoxide (DMSO), to inhibit telophase (a division of the cytoplasm), which is the final stage of mitosis (Fenech, 1992; Fenech, 2007).

Table 2. Information on experimental and control groups

	Control Group	Experimental Groups		
		1	2	3
Number of fish	7	7	7	7
<i>E. elaterium</i> ppm value	0	100	200	300

At the end of the juice application period, on the 72nd hour, the fish in all 4 aquariums were knocked on the head to be rendered unconscious. The unconscious fish were then cut with a sharp knife at about 1-2 cm to the rear of their tail fin (Kocabatmaz and Ekingen, 1984). Blood samples about the size of lentil were taken directly from the caudal vein onto one side of slides, which were cleaned beforehand. Drops of blood were then treated with spreader slides, by bringing the short edges of these second slides towards the drops, held at an angle of 45° degrees. The blood was smeared thinly over the original slide by first keeping the second slide still until blood spread along its edge, and then moving it forward in the opposite direction by keeping the same angle between the two slides. With this method, blood smear preparations were obtained.

The preparations were air-dried for one day, and the dried preparations were then fixed by using methyl alcohol. Fixed preparations were stacked in shawls and stained by being suspended in 5% Giemsa solution for 20 minutes. The stained preparations were washed with distilled water until the last drop was clear, and air-dried once again. Final preparations were sealed with Entellan and made permanent. For every individual fish, 2 preparations were worked on with this method.

Samples prepared by the *in vitro* micronucleus (MN) test technique were examined under Leica DM 3000 research microscope to determine the erythrocytes displaying abnormal nuclei and micronuclei formations. For each preparation, a random count of 1,000 erythrocytes was conducted. Among these, the number of erythrocytes displaying MN formations and other abnormalities were determined, and the numbers were expressed in per thousand (‰) (Fenech, 2000; Şekeroğlu, 2011). In all examined preparations, abnormalities detected in cells were divided into 2 different groups: 1) Erythrocyte Nucleus Abnormalities and 2) Erythrocyte Cytoplasm Abnormalities.

Abnormalities detected in the nuclei of erythrocytes were divided into 5 groups according to the method used in the study conducted by Carrasco (1990), and the abnormalities detected in the cytoplasm of erythrocytes were grouped according to abnormality types identified in the study conducted by Gill (1985).

The numerical data obtained in the study were evaluated with one-way analysis of variance test to see whether the fruit juice of squirting cucumber added to the aquariums showed a normal distribution in terms of ppm values. Abnormal erythrocyte numbers detected in the cells were compared with multiple analysis of variance. Scheffe's method (multiple comparison test) was used for statistical evaluation of data between experimental groups. The differences at $P < .05$ level were referred to as significant, and the data for all groups were expressed as mean \pm standard deviation.

RESULTS

In the study, the genotoxic effects of *Ecballium elaterium* juice on fish were investigated, and the results were evaluated regarding the relationship between dosage and the number of abnormalities. To detect MN formations and morphological disorders in erythrocytes, blood samples were taken from all of the fish specimens in all four groups, two blood sample preparations were made for each specimen, a random 1,000 cells were counted on each preparation, and a total of 14,000 cells were examined in each group. At the end of the study, it was observed that the *E. elaterium* juice added to the aquarium water in different doses resulted in an increased number of MN formations and other abnormalities in erythrocytes in line with the increased dose of application.

Erythrocyte Nucleus Abnormalities

When the abnormalities detected in all examined preparations are divided into groups according to the nomenclature by Carrasco (1990), 5 separate groups can be observed. These groups are formed according to the type of abnormality seen in the nuclei of erythrocytes. The groups are named as follows; Micronucleus (MN), Lobed nucleus (LB), Bud nucleus (BL), Notched nucleus (NT), and Binucleate (BN).

In the overall analysis of cells, the types of abnormalities detected in the nuclei of erythrocytes were found as shown in Figure 2, and the numerical values belonging to the detected abnormalities were found as given in Table 2 and Figure 3.

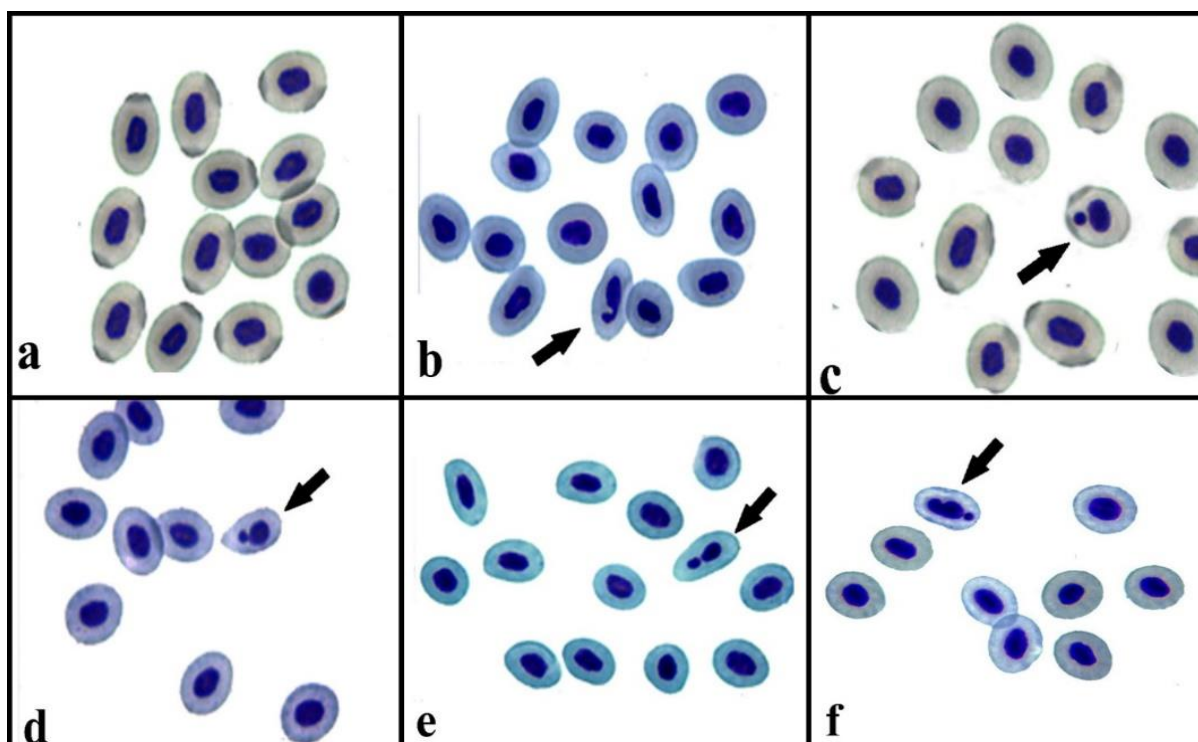


Figure 2. Types of abnormalities detected in the nuclei of *C. carpio* erythrocytes: Normal erythrocyte (a), Notched nucleus (b), Micronucleus (c), Lobed nucleus (d), Binucleate (e), Bud nucleus (f).

Table 2. Frequencies of abnormalities detected in the nuclei of erythrocytes (MN: Micronucleus, LB: Lobed nucleus, BL: Bud nucleus, NT: Notched nucleus, BN: Binucleate).

Dose	No. of Specimens	Cells Counted	Abnormality Types									
			MN		LB		BL		NT		BN	
			f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Control	7	14,000	0	0.00	8	0.57	12	0.86	14	1.00	4	0.29
100 ppm	7	14,000	8	0.57	10	0.71	18	1.29	20	1.43	8	0.57
200 ppm	7	14,000	14	1.00	20	1.43	28	2.00	34	2.43	8	0.57
300 ppm	7	14,000	24	1.71	34	2.43	46	3.29	58	4.14	17	1.21

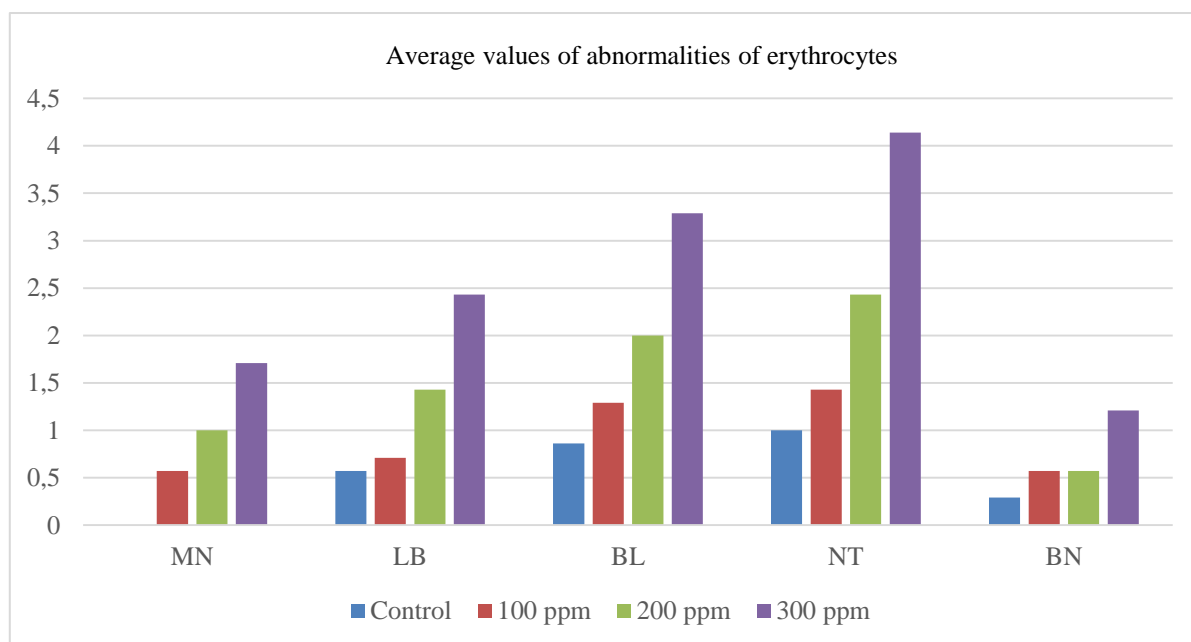


Figure 3. Average values of abnormalities detected in the nuclei of erythrocytes, (MN: Micronucleus, LB: Lobed nucleus, BL: Bud nucleus, NT: Notched nucleus, BN: Binucleate).

Regarding the table data, it was determined that the numerical values (%) of abnormalities detected in the erythrocyte nuclei showed an increase in correlation with the increase in the dose of *E. elaterium* juice added to the aquarium environment.

Erythrocyte Cytoplasm Abnormalities

In the overall analysis of cells, the types of abnormalities detected in the cytoplasm of erythrocytes were found as shown in Figure 4, and the numerical values belonging to the detected abnormalities were found as given in Table 3 and Figure 5

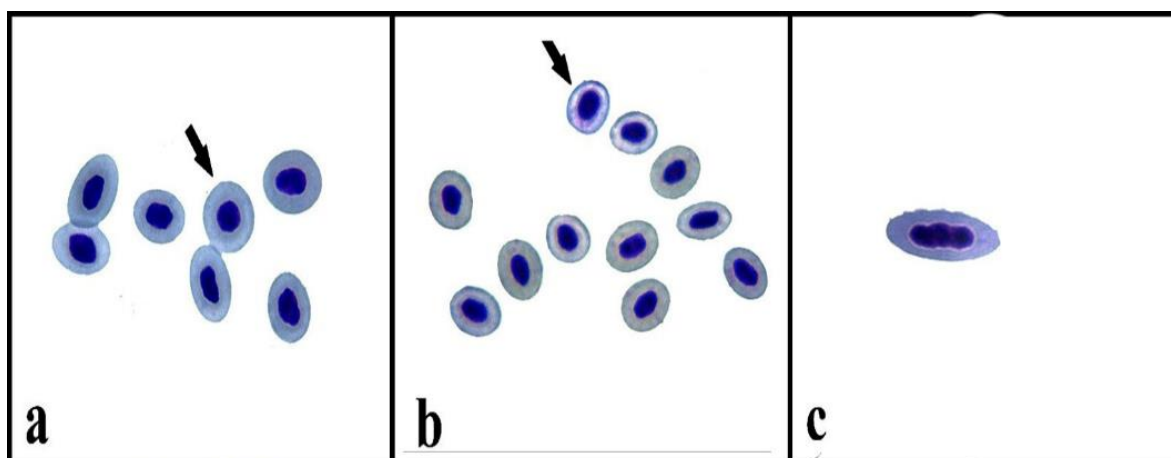
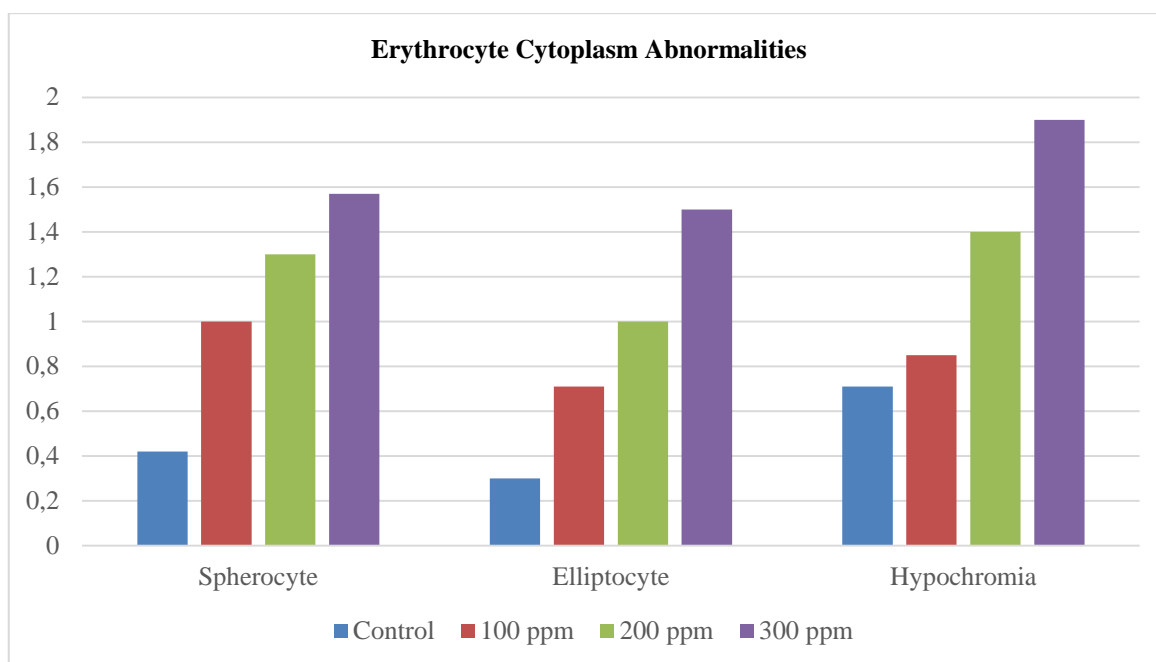


Figure 4. Types of cytoplasmic abnormalities detected in *C. carpio* erythrocytes: Spherocyte (a), Hypochromia (b), Elliptocyte (c).

Upon the examination of erythrocytes with cytoplasm abnormalities detected during the scanning of preparations, three types of abnormalities were encountered: 1) spherocyte (full round shape of erythrocyte cytoplasm), 2) hypochromia (pale-colored stain due to haemoglobin deficiency in erythrocytes), and 3) elliptocyte (elliptical and elongated erythrocytes).

Table 3. Frequencies of cytoplasmic abnormalities detected in erythrocytes.

Dose (ppm)	No. of Specimens	Cells Counted	Abnormality Types					
			Spherocyte		Elliptocyte		Hypochromia	
			f	%	f	%	f	%
Control	7	14,000	6	0.42	4	0.30	10	0.71
100	7	14,000	14	1	10	0.71	12	0.85
200	7	14,000	18	1.3	14	1.0	20	1.40
300	7	14,000	22	1.57	20	1.50	26	1.90

**Figure 5.** Average values of abnormalities detected in the cytoplasm of erythrocytes.

The numerical data given in Table 3 shows the frequency of cytoplasmic abnormalities detected in fish erythrocytes among 14,000 cells counted in each group. Regarding these data, the number of spherocyte (round-shaped) cells that formed as a result of cytoplasmic abnormalities in erythrocytes was found as 6, 4, and 10, respectively. The number of erythrocytes with elliptocyte nuclei was 14, 10, and 12, respectively; and the number of erythrocytes with hypochromia was 22, 20, and 26, respectively.

Scheffe's multiple comparison test results for the statistical significance levels between the numbers of abnormalities detected in the examination of experimental groups are given in Table 4.

Table 4. Significance data regarding the number of nucleus abnormalities detected in erythrocytes (MN: Micronucleus, LB: Lobed nucleus, BL: Bud nucleus, NT: Notched nucleus, BN: Binucleate).

Groups	Comparison (ppm)	Nucleus abnormalities					Cytoplasmic abnormalities		
		MN	LB	BL	NT	BN	Spherocyte	Elliptocyte	Hypochromia
Control	100 ppm	P<.05	P>.05	P<.05	P>.05	P>.05	P>.05	P>.05	P>.05
	200 ppm	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P>.05	P>.05	P<.05	P<.05
	300 ppm	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05
100 ppm	200 ppm	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P>.05	P>.05	P<.05
	300 ppm	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05
200 ppm	300 ppm	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05	P<.05

The comparison of numerical values for nucleus abnormalities among all 4 groups showed the following results;

Values for micronucleus (MN) formation showed a statistically significant difference among all groups ($P < .05$).

Regarding the significance levels of the number of erythrocytes with lobed nuclei (LB), the control group showed no statistically significant difference from the experimental group that received 100 ppm of juice ($P > .05$), whereas a significant difference was found in the comparison of all other groups ($P < .05$).

Regarding the significance levels of the number of erythrocytes with buds (BL), the difference among all groups was statistically significant ($P < .05$).

Regarding the significance levels of the number of erythrocytes with notched nucleus (NT), there was no statistically significant difference between the control group and the experimental group that received 100 ppm of juice ($P > .05$), whereas a significant difference was found in the comparison of all other groups ($P < .05$).

When the significance levels of binucleate (BN) numbers were examined, there was no statistically significant difference between the control group and the experimental groups that received doses of 100 ppm and 200 ppm ($P > .05$), whereas a significant difference was found in the comparison of all other groups ($P < .05$).

The comparison of numerical values for cytoplasmic abnormalities among all 4 groups showed the following results;

The analysis of significance levels between the numbers of spherocytes showed no statistically significant difference between the control group and the experimental groups that received doses of 100 ppm and 200 ppm, as well as between the two experimental groups that were given 100 ppm and 200 ppm of juice ($P > .05$). The significance levels between other groups were determined to show differences ($P < .05$).

When the significance levels between the number of elliptocyte-shaped erythrocytes were examined, there was no statistically significant difference between the control group and the experimental group that received the dose of 100 ppm, as well as between the two experimental groups that received 100 ppm and 200 ppm of juice ($P > .05$). The significance levels between other groups were determined to show differences ($P < .05$).

When the significance levels between the number of erythrocytes with hypochromia were examined, no statistically significant difference was found between the control group and the experimental group that received the dose of 100 ppm ($P > .05$), while significance levels between other groups were different ($P < .05$).

CONCLUSION

In studies on fish blood cells, erythrocytes were found to be the most common cell type in the blood (Örün, 2000). Defects in the structure of erythrocytes are known to have a negative effect on the organisms. In accordance with this information, the effects of juice obtained from the ripe fruits of *Ecballium elaterium* plant on fish erythrocytes was investigated. In this study, MN formation and morphological abnormalities were detected in the blood cells of *Cyprinus carpio* individuals that were given 3 different doses of *E. elaterium* fruit juice in an aquarium environment.

The limited number of studies carried out to determine the genotoxic effects of *E. elaterium* fruit juice on living cells revealed that the juice of this plant caused toxic effects in living organisms. This study showed compliance with other genotoxicity studies conducted with *E. elaterium*, and the applications yielded findings that support the results of previous studies conducted on different organisms. Studies in which the toxic properties of *E. elaterium* fruit juice were demonstrated are as follows:

In a study by Çelik and Aslantürk (2009), the genotoxic effects of *E. elaterium* juice on onion stem cells were investigated. MN formation was observed in onion stem cells germinated in environments where different doses (10 ml/L, 20 ml/L, 50 ml/L) of *E. elaterium* juice was added to. It was found that the number of MN detected in onion stem cells germinating in environments with different doses increased in correlation with the amount of dose.

The doses of *E. elaterium* used in this study were determined in reference to the study conducted by Çelik and Aslantürk (2009).

In a different study by Shabbar and Maslat (2009), the effect of *E. elaterium* juice on mice (*Mus musculus*) was investigated. In the study, *E. elaterium* juice prepared in doses of 160, 113, 100, 87, 74,

61, 48, and 24 µl was administered orally to 32 mice. When blood samples taken from the mice were examined, MN formation was observed in cells due to the administration of *E. elaterium* fruit juice. As a result of the study, it was concluded that the amount of MN formation in the cells was dependent on the increase in the dose of fruit juice.

In a study by Bohlooli (2012), the cytotoxicity of *E. elaterium* juice on connective tissue cells was investigated. The study showed that Cucurbitacin in the *E. elaterium* plant may bind to the actin filaments of cells and disrupt the actin structure, which destroys the cytoskeleton, causing cell division.

The results of this study are similar to those obtained by Bohlooli (2012). In both studies, *E. elaterium* juice was observed to damage cellular structure. Furthermore, cellular damage increased proportionally with an increase in the *E. elaterium* dose. Increasing abnormalities in erythrocytes will result in decreased oxygen transport to tissues and organs.

In this study, when compared with the control group, a statistically significant increase in the number of MN formations in erythrocyte nuclei and abnormalities in blood cell morphologies of *C. carpio* individuals was found depending on the dose of *E. elaterium* juice added to the aquariums.

When compared to the previous studies in the literature investigating the effect of *E. elaterium* juice on other organisms, it was determined that the juice obtained from the ripe *E. elaterium* fruit had both positive and negative effects on living things. Upon examining the damage on *C. carpio* blood cells as a result of adding *E. elaterium* juice to the environment of *C. carpio* individuals, and by comparing the examined cellular damage with different studies in the literature, it was concluded that *E. elaterium* juice may cause adverse effects on the blood cells of *C. carpio*.

In the future, a different study can be carried out on fish by increasing their exposure times to *E. elaterium* juices and with increased dosages. Besides, a comparison study may also be conducted by examining the effects on two different fish species.

Acknowledgments: This study is a part of MSci thesis of Emin Seyfi. This study was funded by Kırşehir Ahi Evran University, Scientific Research Project Office with project number FEF.A4.18.010.

REFERENCES

- Aktümsek, A., & Konuk, M. (2002). *Canlılar Bilimi*. II. Baskı, Nobel Yayınları, Ankara.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi*. İlaveli II. Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- Bohlooli, S., Jafari, N., & Jahed, S. (2012). Cytotoxic effect of freeze-dried extract of *Ecballium elaterium* fruit on gastric adenocarcinoma (AGS) and esophageal squamous cell carcinoma (KYSE30) cell lines. *Journal of gastrointestinal cancer*, 43(4), 579-583.
- Carrasco, K.R., Tilbury, K.L., & Myers, M.S. (1990). Assessment of the piscine micronucleus test as an in situ biological indicator of chemical contaminant effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4(7), 2123-2136.
- Claver, J.A., & Quaglia, A.I.E. (2009). Comparative Morphology, Development, and Function of Blood Cells in Nonmammalian Vertebrates. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 18, 87-97.
- Çelik, T.A., & Aslantürk, Ö.S. (2009). Investigation of Cytotoxic and Genotoxic Effects of *Ecballium elaterium* Juice Based on Allium Test. *Methods Find Exp Clin Pharmacol*, 31(9), 591-596.
- Çiğremsiz, Y., Gaffaroğlu, M., Erdoğan, K., Türköz, Y., Yüksel, Ş., Yılmaz, M., & Yılmaz, H.,R. (2003). Tekstil Fabrikası Atığının *Cyprinion macrostomus*, Karaciğer, Böbrek ve Kan Dokusuna Olan Biyokimyasal, Histopatolojik ve Genotoksik Etkisi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 230-235.
- Fenech, M.F., Dunaiski, V., Osborne, Y., & Morley, A.A. (1992). The Cytokinesis-Block Micronucleus Assay as a Biological Dosimeter in Spleen and Peripheral Blood Lymphocytes of the Mouse Following Acute Whole-Body Irradiation. *Mutation Research*, 263(2), 119-126.
- Fenech, M. (2000). The In Vitro Micronucleus Technique. *Mutation Research*, 455(1-2), 81-95.
- Fenech, M. (2007). Cytokinesis-Block Micronucleus Cytome Assay. *Nature Protocols*, 2(5), 1084-1105.
- Gill, T.S., & Pant, J.C. (1985). Mercury-induced blood anomalies in the freshwater teleost. *Water Air Soil Pollution*, 24, 165-171.
- Kocabatmaz, M., & Ekingen, G. (1982). Değişik Tür Balıklardan Kan Örneği Alınması ve Hematolojik Metotların Standardizasyonu. Tübitak Projesi, Proje No: VHAG-557, 4s.
- Kosai, P., Jiraungkoorskul, W., Syntayakul, A., & Jiraungkoorskul, K. (2011). Efficacy of Calcium Reducing Lead Toxicity in Hematology of *Oreochromis niloticus*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6(3), 346-355.

- Mazokopakis, E., Karefilakis, C.M., & Starakis, I.K. (2009). The Safety and Efficacy of the Fruit Juice of *Ecballium elaterium* in the Treatment of Acute Rhinosinüsiti. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 2, 1273-1274.
- Mumford, S., Heidel, J., Smith, C., Morrison, J., MacConnell, B., & Blazer, B. (2007). *Fish histology and histopathology*. U.S. Fish & Wildlife Service, National Conservation Training Center.
- Örün, İ. (2000). Karakaya Baraj Gölünde Yaşayan ve Ekonomik Öneme Sahip Bazı Balık Türlerinin [*Acanthobrama marmid* (Heckel 1843), *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordman 1840), *Chondrostoma regium* (Heckel 1843) ve *Capotea capotea umbla* (Heckel 1843)] Hematolojik Yönünden İncelenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya.
- Özkan, F., Gündüz, S.G., Berköz, M., & Hunt, A.Ö. (2011). Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in peripheral erythrocytes of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, following exposure to sublethal cadmium doses. *Turkish Journal of Zoology*, 35(4), 585-592.
- Rencüzoğulları, E., İla, H. B., Kayraldız, A., Diler, S. B., Yavuz, A., Arslan, M., Funda Kaya, F., & Topaktaş, M. (2006). The Mutagenic and Antimutagenic Effects of *Ecballium elaterium* Fruit Juice in Human Peripheral Lymphocytes. *Russian Journal of Genetics*, 42(6), 623-627.
- Shabbar, M.S., & Maslat, A.O. (2007). Genotoxicity of *Ecballium elaterium* (L). A Rich Cucurbitaceae Fruit Juice Using Micronucleus Assay and DNA Single Strand Break Techniques. *The Internet Journal of Health*, 6(2), 1-12.
- Şekeroğlu, V., & Şekeroğlu, Z.A. (2011). Genotoksik Hasarın Belirlenmesinde Mikronükleus Testi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64(4), 241-252.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2016), Aktarlarda, baharatçılarda ve Benzeri Dükkânlarda Satılması Mahzurlu ve Tehlikeli Olan Maddeler Genelgesi. Sayı; 46085174.
- Uslu, C., Karaşen, R. M., Şahin, F., Taysi, S., & Akçay, F. (2006). Effect of aqueous extracts of *Ecballium elaterium* rich, in the rabbit model of rhinosinüsiti. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 70(3), 515-518.
- Verhovsek, M., & McFarlane, A. (2017). Chapter 173. Abnormalities in Red Blood Cells. McKean. S.C., Ross, J.J, Dressler, D.D. & Scheurer, D.B. (2004). Principles and Practice of Hospital Medicine. American College of Physicians. II. Edition, 1400-1419.

Türkiye Su Ürünleri Üretimi ve Yeterlilik Endekslerinin Tahmini

Serhan CANDEMİR^{1*}, Murat DAĞTEKİN²

¹Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye

* Sorumlu Yazar: serhan_candemir@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 10 Mart 2020; Kabul 07 Ağustos 2020; Basım 01 Eylül 2020.

Alıntı: Candemir, S., & Dağtekin, M. (2020). Türkiye su ürünleri üretimi ve yeterlilik endekslerinin tahmini. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 409-415. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.700858>

Özet

Bu çalışmada, Türkiye su ürünleri sektörü hakkında genel bir değerlendirme yapabilmek ve gelecek yıllara ait endeksler kullanılarak sektörünün incelenmesi ve sektörün geleceği hakkında yorum yapabilmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, su ürünleri üretim ve dış ticaretinin 2000-2018 yıllarına ait zaman serisi verileri kullanılarak, gelecek 5 yıla (2019-2023) ilişkin öngörülerde bulunulmuştur. Su ürünleri üretiminde zaman serileri ile öngörülebilirlik için çift üstel düzeltme yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, su ürünleri üretimine ilişkin Kendine Yeterlilik Oranı (KYO), İthalata Bağımlılık Oranı (İBO), İhraç Edilebilirlik Endeksi (İEE) ve Kişi Başı Tüketim miktarı (KBT) endeksleri hesaplanmıştır. Yapılan öngörü sonuçlarına göre, su ürünleri avcılık üretiminde azalmaların yaşanmasına karşın yetiştiricilik üretim miktarında artış yaşanacağı muhtemel görülmektedir. İthalat ve ihracat miktarlarında tahmin yıllarına ilişkin bir artış yaşanması ve ihracat miktarının artış oranının ithalat miktarına oranla daha yüksek gerçekleşmesi mümkün olabilir. Ayrıca, hesaplanan yeterlilik endeksleri sonuçlarına göre 2018 yılında %112,9 olan kendine yeterlilik düzeyinin 2023 yılında %119,4'e ulaşması, ithalata bağımlılık düzeyinde ise önemli değişimlerin yaşanmayacağı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Su ürünleri, çift üstel düzeltme, projeksiyon, yeterlilik

Estimation of Turkey Aquaculture Production and Proficiency Index

Abstract

In this study, we aimed to make an overall assessment of the fisheries sector in Turkey by using the indices for the next years and to make a comment about the future of the sector. For this purpose, forecasts for the next 5 years (2019-2023) have been made by using the time series data of 2000-2018 for fisheries production and foreign trade. Double exponential smoothing method was used in order to make predictions with the time series in fisheries production. In the study, Self-Sufficiency Ratio (SSR), Import Dependency Ratio (IDR), Exportability Index (IE) and Per Capita Consumption (PCC) indices were calculated. According to the results of the forecasts, it is predicted that there will be an increase in the amount of aquaculture production, although there is a decrease in hunting. It may be possible that there will be an increase in the amount of imports and exports related to the forecast years and the rate of increase in the export amount will be higher than the import amount. In addition, according to the results of the calculated competence indexes, it is estimated that the level of self-sufficiency, which was 112.9% in 2018, will reach 119.4% in 2023, and there will be no significant changes in the level of dependency on imports.

Keywords: Aquaculture, double exponential smoothing, projection, qualification

GİRİŞ

Arkeolojik kalıntılar insanlığın ilk çağlardan itibaren yaşamsal faaliyetleri nedeniyle balık avcılığının ve yetiştiriciliği sonucunda elde edilen ürünlerin temel gıda olarak kullanıldığını göstermektedir (OKA, 2014). Fakat artan dünya nüfusu, teknolojik gelişmeler ve balıkçılık pazarlamasının küreselleşmesi son dönemlerde av gücünde büyük artış meydana getirmiştir. (Anticamara vd., 2011). Nihayetinde dünyadaki birçok bölgede gelişen avcılık filoları doğal kaynaklar üzerinde aşırı av baskısının oluşmasını tetiklemiştir (Srinivasan, 2012; Watson vd., 2013). Bunun sonucunda 1980'lerin sonundan itibaren su ürünleri rezervi limitlerine ulaşarak küresel denizlerdeki av miktarında azalma ile sonuçlanmıştır (FAO, 2017). Yapılan değerlendirmelere göre dünya denizlerindeki balık stoklarının %61,3'ü tamamen avlanmış, %28,8'i aşırı avlanmış ve sadece %9,9'u

az avlanmış durumdadır (FAO, 2017). Sınırlı miktardaki av miktarından dolayı deniz balık avcılığının sürdürülebilirliğini tehdit eden ekolojik ve sosyo-ekonomik kayıplar yaşanmıştır. (Kelleher vd., 2009). Fakat sürekli azalan av miktarına rağmen küresel balık avlama gücü artmaya devam etmiş, sektör aşırı kapasite oluşumuna ve stokların aşırı tüketilmesine sebep olduğu bilinen ulusal yatırımlar ve teşvik politikaları ile ayakta tutulmuştur/sürdürülmüştür (Sumaila vd., 2010; Anticamara vd., 2011). Diğer yandan balıkçılık birçok ülkede, öncesinde yoğun bir eğitim gerektirmeyen bir girişim olarak kabul edildiği için ekonomik krizlerin etkisi ile artan işsizlik balıkçı sayısındaki artışla sonuçlanmıştır (FAO, 2018).

Dünyada deniz ve iç su avcılığı toplam üretimi son yıllarda 90 milyon tonun üzerinde nispeten sabit bir seviyede seyretmekte; buna karşın su ürünleri yetiştiricilik üretimi sürekli olarak artmaktadır. Dünya su ürünleri üretimi 2016 yılında 171 milyon ton olarak gerçekleşmiş; bu üretimin 90,9 milyon tonu (%53,2) avcılıktan, 79,3 milyon tonu (%46,8) yetiştiricilikten elde edilmiştir (FAO, 2018).

Yapılan bilimsel araştırmalara göre, önümüzdeki yıllarda su ürünlerine olan yatırımın daha da genişleyerek artacağı, 2030 yılında yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri miktarının avcılıkla elde edilen su ürünleri miktarına eşit olacağı ve uzun vadede yetiştiricilik sektörünün avcılık sektörünü geçeceği tahmin edilmektedir (FAO, 2018). Bu da dünyadaki denizlerin ve iç suların önemini her geçen gün artırmaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelecekte potansiyeli yüksek bir sektör haline geleceği tahmin edilmektedir. Ancak, su ürünleri yetiştiriciliğinin sürdürülebilirliği için çevresel açıdan alınacak tedbirlerle su kaynaklarının korunması ve planlı kullanımı önemli ve gereklidir (FAO, 2018).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de su ürünleri üretimi ve dış ticaretine dair öngörülerde bulunabilmek için çift üstel düzeltme yöntemi ile 2000-2018 yıllarına ait zaman serisi verileri kullanılarak gelecek 5 yıla (2019-2023) ilişkin projeksiyonlarda bulunmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmanın verileri Türkiye su ürünleri avcılık ve yetiştiricilik üretimi, ithalatı ve ihracat miktarlarını kapsayan 2000-2018 yılları zaman serilerinden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) veri tabanı ile Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü istatistiklerinden alınmıştır. Veriler Minitap 17 istatistik paket programı ile analiz edilmiştir. Çift Üstel Düzeltme (Double Exponential Smoothing) yöntemi kullanılarak verilerin analizi yapılmıştır. Üstel düzeltme yöntemi geçmiş verileri matematiksel olarak düzeltmekte ve veri setindeki en son gözlem değerine yüksek, daha önceki verilere ise azalan oranlarda ağırlık vermektedir. Çift üstel düzeltme yöntemi ise belli bir trend içeren seriler için kullanılmaktadır (Yereli vd., 2012; Aydoğan vd., 2015; Uysal vd., 2016a; Çiçekligil ve Yazıcı, 2016). Bu yöntemle trend ortaya konularak üstel düzeltme yapılmaktadır. Bu yöntemde aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Uysal vd., 2016b):

$$\text{Ortalama} : A_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$\text{Mevcut Trend} : CT_t = A_t - A_{t-1}$$

$$\text{Ortalama Trend} : T_t = \beta CT_t + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$\text{Tahmin} : \hat{Y}_{t+1} = A_t + T_t$$

Eşitliklerde A_t : t döneminde seriye ait üstel olarak düzeltilmiş ortalamayı, CT_t : t dönemindeki mevcut trendi, T_t : t döneminde üstel olarak düzeltilmiş trendi, \hat{Y}_{t+1} : gelecek dönem için tahmini, α : 0 ile 1 arasında değişen ortalamaya ait düzeltme faktörünü, β : 0-1 arasında değişen trend için düzeltme faktörünü ifade etmektedir.

Ayrıca, çalışmada 2019 – 2023 yılları arasında Türkiye balık üretimine ilişkin Kendine Yeterlilik Oranı (KYO), İthalata Bağımlılık Oranı (İBO), İhraç Edilebilirlik Endeksi (İEE) ve Kişi Başı Tüketim miktarı (KBT) gibi endeksler hesaplanmış olup, 2018 yılına ait hesaplamalar ve eşitlikler Tablo 1’de verilmiştir.

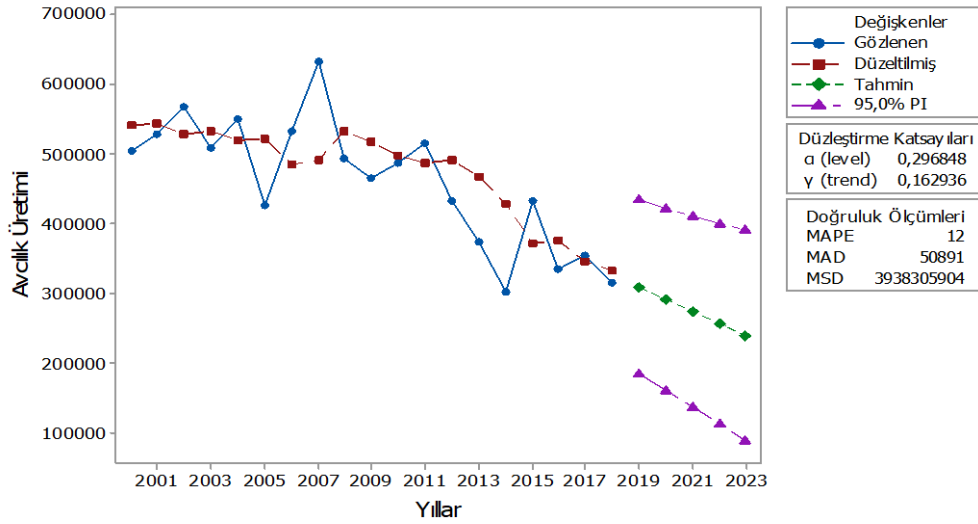
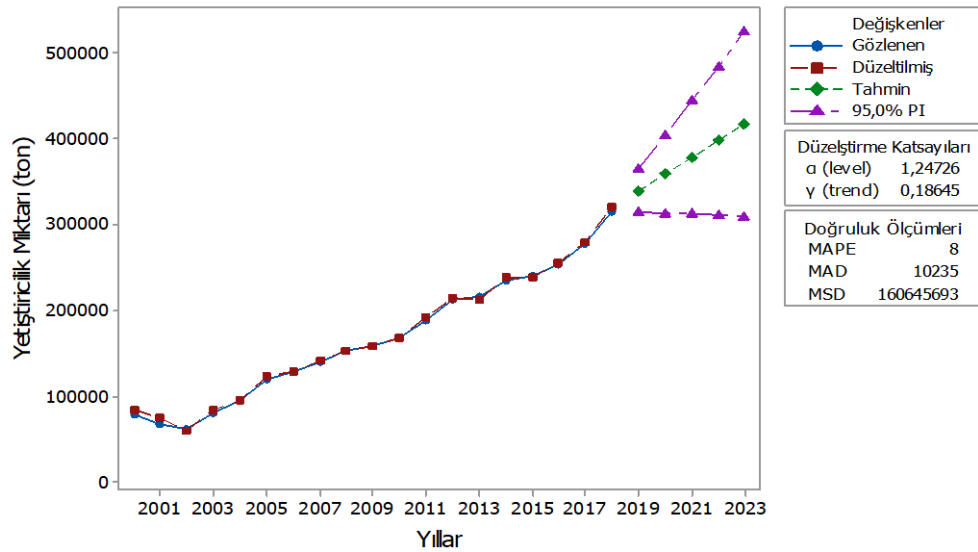
Tablo 1. Türkiye balık üretiminde kendine yeterlilik endeksleri ve hesaplamaları

Parametreler	Formülasyon	2018 yılı değerleri
Üretim	Üretim = Avcılık + Yetiştiricilik	628631 ton
İthalat		100557 ton
İhracat		172412 ton
Tüketim		499461 ton
Kendine Yeterlilik Oranı (KYO)	$KYO = \frac{\text{Üretim}}{\text{Tüketim}}$	%112,9
İthalata Bağımlılık Endeksi (İBE)	$\text{İBE} = \frac{\text{İthalat}}{\text{Tüketim}}$	%18,1
İhraç Edilebilirlik Endeksi (İEE)	$\text{İEE} = \frac{\text{İhracat}}{\text{Tüketim}}$	%31,0

BULGULAR

Türkiye Su Ürünleri Üretim Miktarı Tahminleri

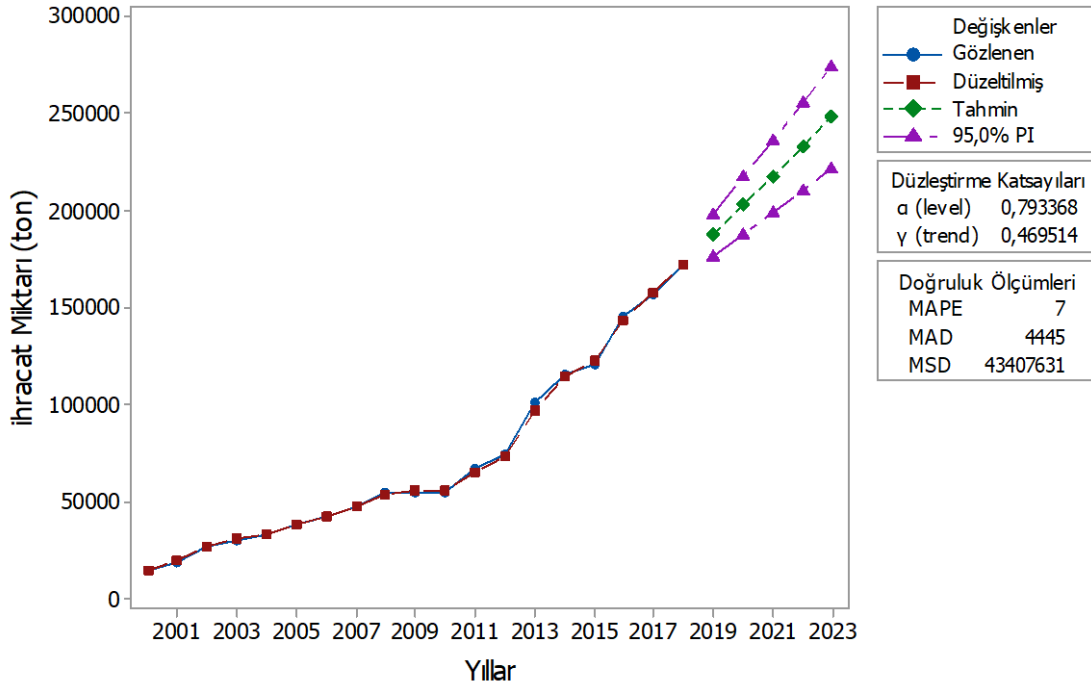
Bu çalışmada 19 yıllık (2000-2018) zaman serisi incelenmiş ve söz konusu zaman serisinde çift üstel düzeltme metodu ile tahmin yapılmıştır. Belirtilen zaman serisine ilişkin (Kolmogorow-Smirnow) normallik testi uygulanmış ve veri setinin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Su ürünlerinde avcılık üretimi, yetiştiricilik miktarı, ithalat ve ihracat miktarlarına ilişkin zaman serilerine çift üstel düzeltme yöntemi uygulanarak 5 yıllık (2019-2023) tahminler yapılmıştır.

**Şekil 1.** 2019-2023 yılları arası su ürünleri avcılık üretim miktarı tahmini (ton)**Şekil 2.** 2019-2023 yılları arası su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarı tahmini

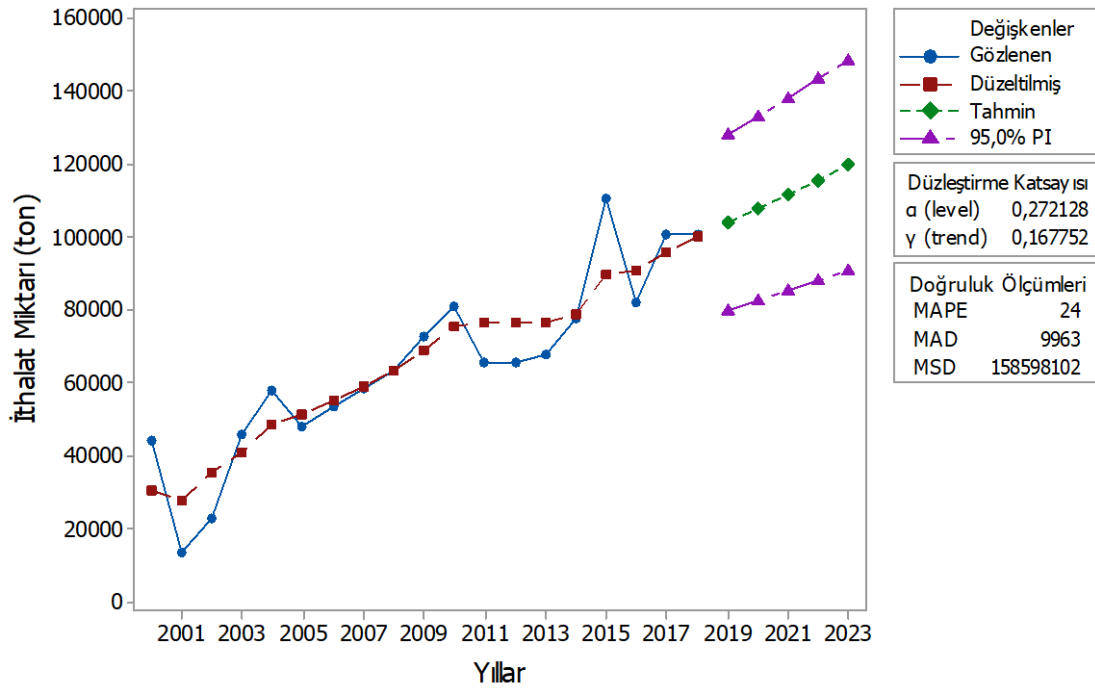
Toplam su ürünleri üretim içerisinde, avcılık yoluyla üretim miktarı incelendiğinde, gelecek 5 yıl içinde azalma eğilimi göstereceği tespit edilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, avcılık ile balık üretiminin her yıl artan oranlarda azalacağı gözlenmektedir. Avcılık ile balık üretiminin tam tersi bir durum olarak önümüzdeki 5 yıl içinde yetiştiricilikle ilgili olarak bir %72 oranında bir artışın yaşanması öngörülmektedir (Şekil 2). Türkiye 2018 yılı avcılık ve yetiştiricilik balık üretim miktarları karşılaştırıldığında, her iki üretimin, üretim miktarlarının birbirine eşitlendiği ve 2019 yılı itibariyle makasın yetiştiricilik üretimi lehine açılacağı tahmin edilmiştir.

Türkiye Su Ürünleri İhracat ve İthalat Miktarı Tahminleri

Türkiye'nin gelecek 5 yıla ait, su ürünleri ihracat ve ithalat miktarları, 19 yıllık veri seti kullanılarak tahmin edilmiş ve sonuçlar Şekil 3 ve 4'de verilmiştir. 2019-2023 yılları arasında Türkiye su ürünleri ihracat ve ithalat miktarının artacağı öngörülmektedir. 2019-2023 yılları arasında Türkiye su ürünleri ihracat miktarında yaşanması muhtemel artışın yetiştiricilikten kaynaklanacağı tahmin edilmektedir. İthalat miktarında yaşanacak artışın ise Türkiye sularında avlanması ve yetiştirilmesi mümkün olmayan türlerden kaynaklanacağı söylenebilir. Nitekim ithalat miktarında yaşanması muhtemel artışın ihracat miktarında yaşanması muhtemel artıştan daha düşük olacağı tespit edilmiştir. Türkiye'nin 2018 yılı ithalat-ihracat dengesi incelendiğinde su ürünleri dış ticareti, hem miktar olarak hem de değer olarak dış ticaret açığının azalmasında rol oynayacak düzeyde gelişme göstermiştir. Tahmin yıllarında da ihracat miktarının ithalat miktarına oranla daha yüksek düzeyde artacağı öngörülmektedir.



Şekil 3. 2019-2023 yılları arası su ürünleri ihracat miktarı tahmini



Şekil 4. 2019-2023 yılları arası su ürünleri ithalat miktarı tahmini

Türkiye 2019-2023 Yıllarında Su Ürünleri Üretimi ve Dış Ticaret Tahminleri

Türkiye su ürünleri üretimi, içerisinde avcılık ve yetiştiricilik üretimi olmak üzere ayrı ayrı tahmin edilmiş ve sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliği üretimi ve işleme teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak su ürünleri ihracatımızda önemli bir artış görülmektedir. 2000 yılından sonraki dönemde ihracat artışı devam etmiş, ithalat ise kısmen inişli çıkışlı, kısmen durağan bir seyir göstermiştir. 2018 yılında 314 bin ton olan avcılık üretiminin tahmin yıllarında azalarak 2023 yılında yaklaşık 240 bin ton seviyelerine düşmesi öngörülmektedir. Söz konusu düşüşün sebebi olarak iç ve deniz sularındaki kirlenme, yanlış ve yasak avlanma ve iklim değişikliğine bağlı su sıcaklığı değişimleri gibi faktörlerden kaynaklı olarak balık stoklarındaki azalma gösterilebilir. Avcılık üretimindeki sonuçların aksine yetiştiricilik üretim miktarı 2018 yılında 314 bin ton seviyelerinde iken yaklaşık %70 oranında artış göstererek 540 bin tona ulaşması öngörülmektedir. Tarımsal destekleme politikaları kapsamında uygulanan su ürünlerine yönelik politika araçlarının, yeni işletmelerin kurulmasını sağlayacağı ve buna bağlı olarak ise yetiştiricilik ile üretim miktarında artış yaşanacağı öngörülmektedir.

Tablo 2. 2019-2023 yılları arası su ürünleri üretimi ve dış ticareti tahmini

	Avcılık (ton)	Yetiştiricilik (ton)	İhracat (ton)	İthalat Miktarı (ton)
2018*	314094	314537	172412	100557
2019	309381	355768	187530	104647
2020	291990	402395	202649	108737
2021	274600	449023	217767	112827
2022	257209	495650	232885	116917
2023	239819	542278	248003	121007

*Gerçekleşen değerler

Yeterlilik Endekslerinin Tahmini

Ülkelerin kendine yeterliliğinin boyutunu ölçmek için Kendine Yeterlilik Oranı (KYO) ve İthalata Bağımlılık Endeksleri (İBE) kullanılmaktadır. Bu endekslerin ikisi de, bir ülkedeki toplam arzın ne oranda iç üretimden ya da ithalat yoluyla dışarıdan karşılandığını ölçmektedir. Bunlara ilaveten,

üretimin ne kadarının ihraç edildiğini göstermek için de İhraç Edilebilirlik Endeksi (İEE) kullanılabilir (Dağtekin vd., 2019).

Türkiye su ürünleri sektörüne ilişkin olarak çalışmada kullanılan endeksleri incelemek, sektörün geleceği hakkında yorum yapabilmeye olanak sağlayacaktır.

Tablo 3. 2019-2023 yılları arası yeterlilik endekslerinin tahmini

	Kendine Yeterlilik Oranı (%)	İthalata Bağımlılık Endeksi (%)	İhraç Edilebilirlik Endeksi (%)	Kişi başı Tüketim Miktarı (kg)
2018*	112,9	18,1	31,0	6,1
2019	114,2	18,0	32,2	5,8
2020	115,6	18,1	33,7	5,7
2021	117,0	18,2	35,2	5,5
2022	118,2	18,4	36,6	5,4
2023	119,4	18,5	37,9	5,3

*Gerçekleşen değerler

Tablo 3’de 2019-2023 yılları için Türkiye su ürünleri sektörüne ilişkin bazı yeterlilik endekslerin sonuçları yer almaktadır. 2018 yılında su ürünlerinde Türkiye’nin Kendine Yeterlilik Oranı %112,9 olarak hesaplanırken, 2019 yılında bu oran %114,2 ve 2023 yılında artış göstererek %119,4’e çıkacağı öngörülmüştür. Bu sonuca ek olarak 2018 yılında %18,1 olarak gerçekleşen İthalata Bağımlılık Endeksinin 2023 yılına kadar değişim göstermeyip %18,5 civarında olacağı tahmin edilmiştir. İthalata Bağımlılık Endeksi sonuçlarının aksine ihraç edilebilirlik endeksinde tahmin yıllarında artış olacağı öngörülmüştür. 2018 yılında %31,0 olarak gerçekleşen endeks değerinin, 2023 yılında %37,9’a yükseleceği tahmin edilmektedir. Avrupa da kişi başı balık tüketimi ortalama olarak 25-26 kg civarında iken (Congar, 2018) 2018 yılında Türkiye’de kişi başı tüketimi 6,1 kg olarak hesaplanmış olup, 2023 yılına kadar kişi başına tüketimin azalarak 5,3 kg’a düşeceği öngörülmüştür.

SONUÇ

Türkiye su ürünleri üretiminin 2019-2023 yılları arasındaki durumunun tahmin edilmesinin, sektör için hazırlanacak politikalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Gelecek beş yıla ilişkin tahmini gerçekleştirilen üretim miktarları ve dış ticaret sonuçlarından hareketle Türkiye’nin yeterlilik endeksleri hesaplanmıştır. Türkiye’nin su ürünleri üretiminde kendine yeterlilik oranının tahmin yıllarında %114,2 ile %119,4 arasında gerçekleşecek olması Türkiye su ürünleri sektörünün gelecek yıllarda da gelişme ve büyüme trendine devam edeceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, 2018 yılında Türkiye’deki toplam su ürünleri arzının %81,9’u iç üretimden karşılanırken 2023 yılında bu oranın %81,5’e gerileyeceği tahmin edilmiştir. 2018 yılında Türkiye su ürünleri ihraç edilebilirlik endeksi %31,0 olarak hesaplanmışken bu oranın 2023’de %37,9’a yükselmesi ve bu sonuca ek olarak kişi başı su ürünleri tüketiminin azalması nedeniyle, Türkiye’nin sahip olduğu dış pazarları artırma veya yeni pazarlar bulma eğiliminde olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu sonuca ek olarak, Türkiye’de bireylerin sağlıklı beslenmesi adına kişi başı su ürünleri tüketimini artırıcı çalışmalarında yapılması gerekmektedir. Ayrıca su ürünleri yetiştiricilik ve işleme tesislerinin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için ürün çeşitlendirilmesine gidilerek katma değeri yüksek üretim alanları teşvik edilmelidir.

Dünya su ürünleri dış ticaretinde, Türkiye önde gelen ülkelerden biri olma potansiyeline sahiptir. Bu potansiyele ulaşılabilmesi için uluslararası ticarete haksız rekabete yol açmayacak politika araçları ile sektörü desteklemesi ve markalaşma çalışmalarını yapması gerekmektedir. Ayrıca, Türkiye’de düşük olan su ürünleri tüketiminin artırılması için çalışmaların yapılmasının, sektörün büyümesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anticamara, J. A., Watson, R., Gelchu, A., & Pauly, D. (2011). Global fishing effort (1950–2010): trends, gaps, and implications. *Fisheries Research*, 107(1-3), 131-136.
- Aydoğan, M., Demiryürek, K., & Abacı, N.İ. (2015). Türkiye’de Kuru Fasulye Üretiminin Mevcut Durumu ve Gelecek Dönemler Üretiminin Tahmin Edilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 3(12), 962-968.

- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., & Okumuş, İ. (1999). *Türkiye su ürünleri sektörü: potansiyeli, mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri*. İstanbul Ticaret Odası, Yayın No: 1999-2, İstanbul.
- Congar, K. (2018). Balık Üretmeyen Türkiye Avrupa'nın Sekizinci Büyük Deniz Ürünleri Üreticisi, Euronews, Dünya.
- Çiçekligil, Z., & Yazıcı, E. (2016). Türkiye'de Tavuk Yumurtası Mevcut Durumu ve Üretim Öngörüsü. *Tarım ekonomisi Araştırmaları Dergisi (TEAD)*, 2(2), 26-34
- Dağtekin, M., Üstündağ, E., & Candemir, S. (2019). *Su Ürünleri Sektör Politika Belgesi 2019-2023*. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, 132 s. Ankara.
- FAO, (2017). Aquaculture Regional Reviews. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 8 February 2017. www.fao.org/fishery/regional-aquaculture-reviews/en/
- FAO, (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018-Meeting the sustainable development goals. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Willmann, R., & Kelleher, K., (2009). *The sunken billions: the economic justification for fisheries reform (English)*. Agriculture and rural development Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/656021468176334381/The-sunken-billions-the-economic-justification-for-fisheries-reform>
- OKA, (2013). Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı (OKA), (2013). Su Ürünleri ve Balıkçılık Sektör Raporu, Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, 39-85, Samsun <https://www.oka.org.tr/assets/upload/dosyalar/su-urunleri-ve-balikcilik-sektor-raporu-39-85.pdf>
- Srinivasan, U. T., Watson, R., & Sumaila, U.R. (2012). Global fisheries losses at the exclusive economic zone level, 1950 to present. *Marine Policy*, 36(2), 544-549.
- Sumaila, U. R., Khan, A.S., Dyck, A. J., Watson, R., Munro, G., Tydemers, P., & Pauly, D. (2010). A bottom-up re-estimation of global fisheries subsidies. *Journal of Bioeconomics*, 12(3), 201-225.
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu Veri Tabanı.
- Watson, R. A., Cheung, W. W., Anticamara, J. A., Sumaila, R. U., Zeller, D., & Pauly, D. (2013). Global marine yield halved as fishing intensity redoubles. *Fish and Fisheries*, 14(4), 493-503.
- Uysal, H., Ağırbaş, N.C., & Saner, G. (2016a). Türkiye'de Sofralık Üzüm Üretim ve Dışsatımına yönelik Projeksiyonlar ve Değerlendirmeler. *XII. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 1293-1300, Isparta.
- Uysal, O., Subaşı, O.S., & Yaşar, B. (2016b). Türkiye Muz Üretim ve İthalatının Box-Jenkins ve Delphi Yöntemleri ile Tahmini. *XII. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 1275-1282, Isparta.
- Yereli, A.B., Selçuk, I.Ş., & Köktaş, A.M. (2012). Kırgızistan Enerji Tüketim Projeksiyonu, <http://ahmetburcinyereli.com/CP603.pdf> 330-343

Effect of Partial Replacement of Fish Meal with Fermented Soybean Meal on Growth, Feed Efficiency, Body Composition, Amount of Lactic Acid Bacteria in Diet and Intestine in Carp (*Cyprinus carpio* L. 1758)

Nalan Özgür YİĞİT^{1*}, Mehmet Emrullah ARAFATOĞLU¹, Sulhattin YASAR²

¹Eğirdir Fisheries Faculty, Isparta Applied Sciences University, 32000 Isparta, Turkey

²Iğdır University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Iğdır/Turkey

* Corresponding Author: nalanyigit@isparta.edu.tr

Research Article

Received 17 March 2020; Accepted 07 August 2020; Release date 01 September 2020.

How to Cite: Yiğit, N. Ö., Arafatoğlu M. E., & Yaşar, S. (2020) Effect of partial replacement of fish meal with fermented soybean meal on growth, feed efficiency, body composition, amount of lactic acid bacteria in diet and intestine in carp (*Cyprinus carpio*). *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 416-422. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.705215>

Abstract

This trial was conducted to determine the effects of feeding a diet containing fermented soybean meal with whey on growth performance, body composition, hepatosomatic index (HSI), and viscerosomatic index (VSI) of carp. Fermented soybean meal (FSM) was used to replace fish meal (FM) protein in diets for juvenile carp (*Cyprinus carpio*) at rates of 10% (FSM10), 20% (FSM20), 30% (FSM30), 40% (FSM40) and 50% (FSM50). The control diet contained no fermented soybean meal. All experimental diets were prepared as isonitrogenous and isocaloric. The feeding trial was conducted in 18 glass aquaria. At the beginning of the experiment, 30 fish (average weight 1.66±0.14 g) were randomly stocked into each aquarium with 3 replications per treatment. At the end of the experiment, the highest final weight, weight gain, and specific growth rate were obtained in carp fed with FSM20 group. However, growth parameters and feed conversion ratio (FCR) of fish fed with diets containing fermented soybean meal up to 50% of fish meal protein were similar to those of the fish fed the control diet. There were no significant differences between body compositions, HSI, and VSI of all groups. Fermentation with whey of soybean meal increased the number of lactic acid bacteria in diet. However, lactic acid bacteria levels in the intestine not changed with the use of fermented soybean meal in the diet. The results of this experiment were showed that fermented soybean meal with whey can be replaced by up to 50% of fish meal protein in diets for juvenile carp.

Keywords: whey, fermentation, soybean meal, growth, carp

Sazan balıklarında (*Cyprinus carpio* L. 1758) fermente soya küspesi ile balık ununun yer değiştirmesinin büyüme, yem etkinliği, vücut kompozisyonu, yemde ve bağırsakta laktik asit bakteri miktarı üzerine etkileri

Özet

Bu çalışma, peynir altı suyu ile fermente edilmiş soya küspesi içeren yemlerle sazan yavru balıklarını beslemenin büyüme performansı, vücut kompozisyonu, hepatosomatik indeks (HSI) ve visserosomatik indeks (VSI) üzerindeki etkilerini araştırmak için yapılmıştır. Fermente soya küspesi (FSM) sazan balıklarının (*Cyprinus carpio*) yemlerinde balık unu proteinini %10 (FSM10), %20 (FSM20), %30 (FSM30), %40 (FSM40) ve %50(FSM50)'si yerine kullanılmıştır. Kontrol yeminde fermente soya küspesi kullanılmamıştır. Yemler izonitrojenik ve izokalorik olarak hazırlanmıştır. Deneme de 18 adet akvaryum kullanılmıştır. Araştırmanın başında, her akvaryuma 30 balık (ortalama ağırlığı 1.66±0.14 g) konulmuş ve deneme 3 tekrerrür yürütülmüştür. Denemenin sonunda, FSM20 grubu ile beslenen sazanlarda en yüksek ağırlık, ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı elde edilmiştir. Balık unu proteininin %50'si yerine fermente soya küspesi içeren yemlerle beslenen balıkların büyüme parametreleri ve yem dönüşüm oranları (FCR) kontrol yemiyle beslenen balıklarla benzer bulunmuştur. Tüm grupların vücut kompozisyonları, HSI ve VSI değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Bununla birlikte, yemlerde fermente soya küspesi kullanımı ile bağırsaktaki laktik asit miktarı değişmemiştir. Bu deneme sonuçları, peynir altı suyu ile fermente edilmiş soya küspesinin, sazan yavru yemlerinde balık unu proteininin %50'sine kadar kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Peynir altı suyu, fermentasyon, soya küspesi, büyüme, sazan

INTRODUCTION

Fish meal has been a major ingredient in fish diets because of its good protein quality and palatability. However, fish meal is one of the most expensive ingredients in prepared fish diets. Nutritionists have tried to use less expensive plant protein sources to partially or totally replace fish meal. Among plant proteins, soybean meal is an important source of dietary protein in fish diet. However, like other plant, soybeans contain numerous antinutritional factors such as phytic acid, tannin and trypsin inhibitors which decrease the nutritional value of food and digestibility of nutrients (Rumsey et al., 1994; Anderson and Wolf, 1995; Smits and Annison, 1996; Cheng and Hardy, 2003, Karakurt et al., 2019).

Fermentation is one of the processes known to reduce the level of antinutrients in food grains, increases protein digestibility and nutritive value (Sharma and Kapoor, 1996; Sripriya et al., 1997; Egounlety and Aworh, 2003; Saha and Ray, 2010). Mukhopadhyay and Ray (1999) reported that lactic acid bacteria fermentation has been shown to give a significant reduction in antinutrients such as tannin and phytic acid in sesame. In the same study, Rohu, *Labeo rohita*, fed diet containing sesame seed meal fermented with lactic acid bacteria gave better growth performance than feeding raw sesame seed meal. Egounlety and Aworh (2003) showed that phytic acid decreased during fermentation in soybean, cowpea, and groundbean.

Whey is a by-product of the manufacture of cheese. In the nutritional aspect, whey includes a high amount of lactose as prebiotic and some major minerals as vital nutrients (Reeves, 1982; Kilara, 1994). Also, whey is containing lactic acid bacteria (Mondragón-Parada et al., 2006; Shiprah et al., 2013). There are few studies on fermentation with whey. Fermented soybean meal with whey could replace up to 40% of fish meal protein in juvenile tilapia diets (Yigit and Tulay, 2016). *Coturnix coturnix japonica* fed wheat fermented with whey showed significantly high weight gain and feed efficiency (Yasar and Gok, 2014).

This study was investigated to determine the effect of partial substitution of fish meal protein with fermented soybean meal on growth performance, feed utilization, body composition, and amount of lactic acid bacteria in the intestine of carp.

MATERIALS and METHODS

Fermentation of soybean meal

Soybean meal was fermented using whey according to a process reported by Yasar and Gok (2014) and Yasar et al., (2016). Soybean meal was grinded to approximately 3mm and transferred to bioreactor with 75 L capacity. Soybean meal was soaked with whey at a ratio of 1:2, to ensure the growth of lactic acid bacteria, the lemon pulp was added to the mixture to provide 4.5 pH at every two hours (2, 4, and 6 hours). and incubated at 30°C for 8 h. After, fermented soybean meal was spread onto a clean flat table in a room in a thickness of 5 cm layer and left for drying at room temperature for 24 h. The mixture was frequently turned upside down by a hand scraper. When the moisture content of mixture reached 10%, fermented soybean meal ground to pass 300-500 μ sieve before their inclusion in the experimental diets. Proximate analyses of fermented soybean meal, soybean meal, and fish meal were presented in table 1.

Table 1. Nutrient analyses of soybean meal, fermented soybean meal and fish meal (%)

	Dry matter	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
Bean meal	91.8	8.2	44.53	1.28	4.66	5.86
Fermented soybean meal	92.39	7.61	47.33	1.28	4.51	6.17
Fish meal	92.34	7.66	67.54	8.25	-	17.33

Experiment diets and analysis

Experimental diets were prepared as isonitrogenous and isocaloric. Six experimental diets were prepared by replacing 10%, 20%, 30%, 40%, and 50% of the fish meal protein in the control diet by fermented soybean meal. Ingredients and chemical composition of the experimental diets are given in table 2. All experimental diets were prepared as isonitrogenous (36% crude protein) and isocaloric (16.7 MJ/kg). In preparing the diets, the ingredients were first ground to a small particle size in a mill. The ingredients were thoroughly mixed in a mixer, and then oil and water were added. The diets were pelleted into 1.5 mm-diameter sizes using a mincing machine. The pellets were dried at room temperature for 24 h. After drying, the diets were broken up into appropriate pellet sizes, sieved and stored at -20°C .

The moisture, crude protein, crude fiber, ash contents of experimental diets, and body composition were determined according to standard AOAC methods (AOAC, 2002). The total lipids of all samples were determined by the chloroform-methanol extraction method (Bligh and Dyer, 1959).

Lactic acid bacteria count

Lactic acid bacteria count (LAB) in diet and the intestine of fish were determined the end of the experiment. LAB in diet and the intestine of fish were determined according to Baumgart (1993)

Table 2. Ingredients and chemical composition of the experimental diets

Ingredients	Groups					
	Control	FSM10	FSM20	FSM30	FSM40	FSM50
Fish meal	48.48	43.64	38.79	33.94	29.09	24.24
Fermented soybean meal	0.00	7.11	14.22	21.33	28.44	35.56
Wheat flour	32.20	32.20	32.20	32.20	32.20	32.20
Corn starch	17.26	13.81	10.35	6.89	3.44	0.00
Fish oil	0.46	1.60	2.75	3.91	5.05	6.19
Vitamin ¹	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Mineral ²	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Methionine	0.00	0.04	0.09	0.13	0.17	0.22
Chemical composition						
Dry matter	91.52	91.49	91.45	91.42	91.39	91.35
Crude protein	36.62	36.68	36.74	36.79	36.85	36.90
Crude fat	5.43	6.21	7.00	7.79	8.57	9.34
Crude fiber	1.62	1.90	2.17	2.44	2.71	2.99
Gross energy (MJ/g)	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7

¹Vitamin premix contained the following per kilogram; 4 000 000 IU vitamin A, vitamin D3 480 000 IU, 2400 mg vitamin E, 2400 mg vitamin K3, 4000 mg vitamin B1, 6000 mg vitamin B2, 4000 mg Niacin, 10 000 mg Cal. D. Pantothenate, 4000 vitamin B6, 10 mg vitamin B12, 100 mg D-Biotin, 1200 mg folic acid, 40 000 mg vitamin C, 60 000 mg inositol. ² Mineral premix contained the following per kilogram; 23 750 mg manganese, 75 000 mg zinc, copper 5000 mg, cobalt 2000 mg, iodine 2750 mg, selenium 100 mg, magnesium 200 000 mg.

Fish and experimental conditions

Carp (*Cyprinus carpio*, L. 1758) were obtained from Mediterranean Fisheries Research, Production and Training Institute, Antalya, Turkey. This experiment was carried out in 18 glass aquariums (70 x 30 x 40 cm). At the beginning of the experiment, 30 fish (average weight 1.66±0.14 g) were randomly stocked into each aquarium with 3 replications per treatment. All of the fish were fed ad libitum for 60 days. At the end of the trial, five fish from each aquarium were sacrificed by a lethal dose of anesthesia (150 mg/L MS-222), homogenized in a blender, and stored at -20°C for subsequent protein, ash, and moisture analysis. During the experimental period, the dissolved oxygen level, temperature, and pH were maintained at 6.4±0.06 mg/L, 24±0.21°C and 7.08±0.45 respectively.

Statistical analysis

One-way ANOVA was used to compare growth parameters, FCR, body composition, and somatic indices among the treatments. All data were analyzed using the SPSS computer program (SPSS 2000). Duncan's multiple range tests were used to determine the mean differences among the treatments. Differences were considered significant at $p < 0.05$.

RESULTS

The growth performance and feed efficiency of carp fed fermented soybean meal is presented in table 3. At the end of the experiment, the highest final weight (5.38 g), weight gain (3.71 g), and specific growth rate (1.96) were obtained in carp fed with FSM20 group. Final weights, weight gain, and specific growth rates of carp were ranged 4.78-5.38 g, 3.09-3.71g, 1.73-1.96 in all groups. Growth parameters and FCR of fish fed with diets containing fermented soybean meal up to 50% of fish meal protein were similar to those of the fish fed the control diet ($P > 0.05$).

Table 3. Growth performance and feed efficiency of juvenile carp fed with fermented soybean meal

	CONTROL	FSM10	FSM20	FSM30	FSM40	FSM50
Growth Parameters						
Initial weight (g)	1.67±0.03	1.69±0.05	1.67±0.04	1.65±0.04	1.67±0.02	1.64±0.05
Final weight (g)	4.98±0.24	4.78±0.10	5.38±0.10	5.09±0.64	5.03±0.22	4.93±0.14
WG (g)	3.31±0.22	3.09±0.06	3.71±0.08	3.44±0.61	3.36±0.21	3.30±0.10
SGR (% day ⁻¹)	1.82±0.06	1.73±0.03	1.96±0.03	1.86±0.18	1.84±0.07	1.84±0.03
Feed Efficiency						
FCR	2.18±0.25	1.91±0.09	1.91±0.08	1.87±0.09	2.08±0.26	2.18±0.23
PEO	0.86±0.08	0.71±0.02	0.87±0.04	0.82±0.18	0.85±0.04	0.82±0.02
Feed intake	2.41±0.16	2.56±0.01	2.35±0.10	2.55±0.41	2.48±0.05	2.34±0.07

Weight gain (WG) = (final body weight - initial body weight)

Specific Growth Rate (SGR) (% day⁻¹) = [(ln final body weight - ln initial body weight)/days] x 100

Feed conversion ratio (FCR) = feed consumed (g)/weight gain (g)

Protein efficiency ratio (PER) = weight gain (g)/protein intake (g)

Feed intake (FI) = total feed intake (g)/fish number/days of the experiment

There were no significant differences between body composition, HSI, and VSI off all groups ($P > 0.05$) (Table 4). The number of lactic acid bacteria in the diet increased with an increase of fermented soybean meal level ($P < 0.05$). Lactic acid bacteria levels in the intestine not changed with the use of fermented soybean meal in the diet ($P > 0.05$) (Table 4).

Table 4. Somatic indices, body composition and amount of lactic acid bacteria in diet and intestine of carp fed diets containing different levels of fermented soybean meal

	Control	FSM10	FSM20	FSM30	FSM40	FSM50
Somatic Indices						
HSI	1.55±0.06	2.04±0.11	2.09±0.19	1.88±0.25	1.82±0.15	2.02±0.19
VSI	15.32±1.01	14.31±0.67	15.05±0.58	16.31±0.87	16.21±0.81	16.48±0.41
Body Composition (%)						
Moisture	73.33±2.19	71.00±1.73	71.00±1.53	74.33±2.73	71.67±2.19	70.00±3.21
Crude protein	18.85±0.14	18.85±0.49	18.61±0.18	18.00±0.05	17.82±0.03	17.66±0.17
Crude ash	1.89±0.11	1.89±0.39	1.72±0.19	1.94±0.16	1.23±0.05	1.37±0.31
Amount of LAB (log CFU/g)						
LAB in diet	4.33±0.19 ^c	4.67±0.07 ^{bc}	4.80±0.12 ^{ab}	4.97±0.12 ^{ab}	5.00±0.10 ^{ab}	5.17±0.09 ^a
LAB in intestine	3.64±0.44	3.80±0.24	3.94±0.35	3.88±0.43	4.58±0.12	4.60±0.29

^{a-c} Values in the line having the same superscript are not significantly different (P>0.05)

Hepatosomatic index (HSI) = 100 x liver weight (g)/body weight (g)

Viscerosomatic index (VSI) = 100 x viscera weight (g)/ body weight (g)

LAB: Lactic acid bacteria amount

DISCUSSION

At the end of the experiment, growth parameters and feed efficiency of fish fed with diets containing fermented soybean meal up to 50% of fish meal protein were similar to those of the fish fed the control diet (P>0.05). Therefore, the result of this experiment was showed that fermented soybean meal with whey can be replaced by up to 50% of fish meal protein in diets for juvenile carp. In the studies on the use of fermented soybean meal in a fish diet, Yigit and Tulay (2016) showed that fermented soybean meal with whey could replace up to 40% of fish meal protein in juvenile tilapia diets. Zhou et al., (2011) was reported that fermented soybean meal by *Candida utilis* could be replaced by up to 20% of fish meal protein in the diet of black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*). Azarm and Lee (2012) were showed that fermented soybean meals using *Bacillus subtilis* could be replaced by up to 40% of fish meal in juvenile black sea bream diets. Barnes et al., (2012) was reported that PepSoyGen (commercial fermented soybean meal) could be replaced by up to 30% of fish meal protein in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*).

In the current study, fermented soybean meal with whey does not affect palatability and acceptability of the diets and feed intake was not influenced by dietary fermented soybean meal levels. Similar results were reported in juvenile rainbow trout (*O. mykiss*) by Barnes et al., (2012) and in juveniles black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) by Sun et al., (2015). Also, feed conversion ratio and protein efficiency ratio were not influenced by dietary fermented soybean meal levels in the present study. Azarm and Lee (2012) and Zhou et al., (2011) informed that the protein efficiency ratio showed a decreasing tendency with increasing dietary fermented soybean meal level. This discrepancy could be due to the fermentation process and fish species.

In the present study, body composition was unaffected by the dietary fermented soybean meal level. Also, fish fed diets containing different levels of fermented soybean meal did not result in noticeable differences in HSI and VSI indices in the carp diet. The results were also consistent with previous studies (Refstie et al., 2005; Azarm and Lee, 2012; Lin et al., 2012, Yigit and Tulay, 2016).

The number of lactic acid bacteria in the diet increased with an increase of fermented soybean meal level (P<0.05). Lactic acid bacteria levels in the intestine not changed with the use of fermented soybean meal in the diet (P>0.05) (Table 4). Similar results have also been obtained in studies with tilapia by Yigit and Tulay (2016).


The result of this experiment showed that soybean meal fermented by whey could be replaced by up to 50% of dietary fish meal protein without any significant negative impact on growth performance, feed efficiency, body composition, HSI, and VSI in juvenile carp diet.

REFERENCES

- Anderson, R.L., & Wolf, W.R. (1995). Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins, and isoflavones related to soybean processing. *Journal of Nutrition*, 125, 581–588.
- AOAC, (2002). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. Arlington, Virginia, USA.
- Azarm, H.M., & Lee, S.M. (2012). Effects of partial substitution of dietary fish meal by fermented soybean meal on growth performance, amino acid, and biochemical parameters of juvenile black seabream *Acanthopagrus schlegeli*. *Aquaculture Research*, 45, 994-1003. <https://doi.org/10.1111/are.12040>
- Barnes, M.E., Brown, M.L., Rosentrater, K.A., & Sewell, J.R. (2012). An initial investigation replacing fish meal with a commercial fermented soybean meal product in the diets of juvenile rainbow trout. *Open Journal of Animal Sciences*, 2, 234-243.
- Baumgart, J., Firnhaber, J., & Spicher, G., (1993). *Microbiologische Untersuchung von Lebensmitteln*. Behr's Verlag, Hamburg, Germany, 317.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). Rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37, 911-917.
- Chen, Z.J., & Hardy, R.W. (2003). Effects of extrusion and expelling processing, and microbial phytase supplementation on apparent digestibility coefficients of nutrients in full-fat soybeans for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 218, 501–514.
- Egounlety, M., & Aworh, O.C. (2003). Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). *Journal of Food Engineering*, 56, 249-254.
- Karakurt, Y., Güvercin, D., Önder, S., Celik, C., Tosun, R., Baran, B., & Yaşar, S. (2019). Chemical, enzymatic, and antioxidant enrichments of full-fat soybean and sunflower meal by *Bacillus subtilis* fermentation using a solid-state bioreactor. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 43(1), 82-93.
- Kilara, A. (1994). *Whey protein functionality*. in: *hettiarachchy, n.s. and ziegler, g.r. (eds), protein functionality in food systems*. New York: Marcel Dekker, 325-351.
- Lin, H., Chen, X., Chen, S., Zhuojia, L., Huang, Z., Niu, J., & Lu, X. (2012). Replacement of fish meal with fermented soybean meal in practical diets for pompano *Trachinotus ovatus*. *Aquaculture Research*, 44, 151-156.
- Liu, H., Zhu, X., Yang, Y., Han, D., Jin, J., & Xie, S. (2016). Effect of substitution of dietary fishmeal by soya bean meal on different sizes of gibel carp (*Carassius auratus gibelio*): nutrient digestibility, growth performance, body composition and morphometry. *Aquaculture Nutrition*, 22, 142-157.
- Mondragón-Parada, M.E., Nájera-Martínez, M., Juárez-Ramírez, C., Galíndez-Mayer, J., Ruiz-Ordaz N. & Cristiani-Urbina, E. (2006). Lactic acid bacteria production from whey. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 134, 223-232.
- Mukhopadhyay, N., & Ray, A. K. (1999). Effect of fermentation on the nutritive value of sesame seed meal in the diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), Fingerlings. *Aquaculture Nutrition*, 5, 229–236.
- National Research Council (NRC), (1993). *Nutritional requirements of fish*. National Academic Press., Washington, USA.
- Nengas, I, Alexis, M.N., & Davies, S.J. (1996). Partial substitution of fishmeal with soybean meal products and derivatives in diets for the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L) *Aquaculture Research*, 27, 147–156.
- Reeves, J.L. (1982). *Whey and whey products in cheese and other dairy products proceedings on whey products*. Illinois, USA: USDA, 126-130.
- Refstie, S., Sahlström, S., Bråthen Baeverfjord, G., & Krogedal, P. (2005). Lactic acid fermentation eliminates indigestible carbohydrates and antinutritional factors in soybean meal for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 246, 331-345.
- Roy, T., Banerjee, G., Dan, S.K., Ghosh, P., & Ray, A.K. (2014). Improvement of nutritive value of sesame oilseed meal in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings after fermentation with two phytase-producing bacterial strains isolated from fish gut. *Aquaculture International*, 22, 633-652.

- Rumsey, G.L., Siwicki, A.K., Anderson, D.P., & Bowser, P.R. (1994). Effect of soybean protein on serological response, non-specific defence mechanisms, growth, and protein utilization in rainbow trout. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, *41*, 323–339.
- Saha, S., & Ray, A.K. (2011). Evaluation of nutritive value of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) leaf meal in compound diets for Rohu, *Labeo rohita* (Hamilton, 1822) fingerlings after fermentation with two bacterial strains isolated from fish gut. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *11*, 199-207. DOI: 10.4194/trjfas.2011.0204
- Sharma, A., & Kapoor, A.C. (1996). Effect of various types of fermentation on in vitro protein and starch digestibility of differently processed pearl millet. *Food/Nahrung*, *40*, 142-145.
- Shiau, S.Y., Lin, S.F., Yu, S.L., Lin, A.L., & Kwok, C.C. (1990). Defatted and full-fat soybean meal as partial replacements for fishmeal in tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) diets at low protein level. *Aquaculture*, *86*, 401-407.
- Shiphrah, V.H., Sahu, S., Thakur, A.R., & Chaudhuri, S.R. (2013). Screening of bacteria for lactic acid production from whey water. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, *9*, 118-123.
- Smits, C.H.M., & Annison, G. (1996). Non starch plant polysaccharides in broiler nutrition-towards a physiologically valid approach to their determination. *World's Poultry Science Journal*, *52*, 203-221.
- SPSS., 2000. SPSS for Windows Base System User's Guide, release 10.0. Chicago.
- Sripriya, G., Antony, U., & Chandra, T.C. (1997). Changes in carbohydrate, free amino acids, organic acids, phytate and HCl extractability of minerals during germination and fermentation of finger millet (*Eleusine coracana*). *Food Chemistry*, *58*, 345-350.
- Sun, H., Tang, J.W., Yao, X.H., Wu, Y.F., Wang, X., Liu, Y., & Lou, B. (2015). Partial substitution of fish meal with fermented cottonseed meal in juvenile black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) diets. *Aquaculture*, *446*, 30-36.
- Yasar, S., & Gok, M.S. (2014). Fattening performance of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) fed on diets with high levels of dry fermented wheat, barley and oats grains in whey with citrus pomace. *Bulletin UASVM Animal Sciences and Biotechnologies*, *71*, 51-62.
- Yasar, S, Gok, M.S., & Gurbuz, Y. (2016). Performance of broilers fed raw or fermented and re-dried wheat, barley and oats grains. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, *40*, 313-322. doi:10.3906/vet-1505-44
- Yu, D.H., Gong, S.Y, Yuan, Y.C., Luo, Z, Lin, Y.C., & Li, Q. (2013). Effect of partial replacement of fish meal with soybean meal and feeding frequency on growth, feed utilization and body composition of juvenile Chinese sucker, *Myxocyprinus asiaticus* (Bleeker). *Aquaculture Research*, *44*, 388-394.
- Zhou, F., Song, W., Shao, Q., Peng, X., Xiao, J., Hua, Y., Ng., & W.K. (2011). Partial replacement of fish meal by fermented soybean meal in diets for black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*, juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, *42*, 184-197.
- Yigit, N.O., & Tulay, D. (2016). Use of fermented soybean meal with whey as a protein source for feeding juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *The Israeli journal of aquaculture*, *68*, 1-7.

Tunca Nehri'nde (Edirne, Türkiye) Trichoptera ve Ephemeroptera (Insecta) Faunasının Farklı Yaprak Paketlerinde Koloni Oluşumlarının İncelenmesi

Nurcan ÖZKAN 

Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Edirne, Türkiye

Sorumlu Yazar: nurcanozkan@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 18 Mart 2020; Kabul 16 Ağustos 2020; Basım 01 Eylül 2020.

Alıntılama: Özkan, N. (2020). Tunca Nehri'nde (Edirne, Türkiye) Trichoptera ve Ephemeroptera (Insecta) faunasının farklı yaprak paketlerinde koloni oluşumlarının incelenmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3), 423-432. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.705834>

Özet

Bu çalışma farklı yaprak paketlerinde bulunan Trichoptera ve Ephemeroptera bentik faunasının koloni oluşumundaki bolluk oranları, tür ve birey sayısı farklılıklarını karşılaştırmak için yapıldı. Çalışmada Tunca Nehri (Edirne)'nde üç istasyon belirlendi. Beş farklı ağaç yaprağı (yapay şimşir, ceviz, dut, kuru çınar, karaağaç) kullanıldı. Yaprakların paketlemesinde 20 kg'lık patates çuvalı kullanıldı. Her istasyona toplamda 25 paket yerleştirildi. Haziran 2012-Ekim 2012 tarihleri arasında Trichoptera ve Ephemeroptera örnekleri istasyonlardan toplanarak %70 etil alkole alındı ve laboratuvara getirildi. Daha sonra stereomikroskop altında incelendi. Ardından, Trichoptera ve Ephemeroptera larvalarının yaprak paketleri, istasyon ve zamana (aylara) göre analizinde ANOVA testi kullanıldı ve tüm testlerde 0,05 α istatistiksel anlamlılık esas alındı. Fark anlamlı bulunduğu ise nedeni Tukey testi ile ortaya konuldu. Varyans analizi test sonuçları Trichoptera birey sayısının yalnızca 2. istasyonda farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Yaprak çeşidi ve aylara göre bir fark görülmemiştir. Ephemeroptera birey sayısında ise varyans analizi sonuçları yaprak çeşidi, istasyon ve aylara göre farklılık göstermemiştir. Trichoptera'dan 3, Ephemeroptera'dan 4 olmak üzere toplam 7 tür bulundu. Trichoptera taksonunun *Cyrnus trimaculatus* (Curtis, 1834), *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), *Hydropsyche instabilis* (Curtis, 1834) ve Ephemeroptera'nın *Caenis luctuosa* (Burmeister, 1839) türleri Tunca Nehri için yeni kayıttır.

Anahtar kelimeler: Makroomurgasız, ANOVA, Türkiye, Tunca Nehri

Investigation of Colony Formations of Trichoptera and Ephemeroptera (Insecta) Fauna in Different Leaf Packages in Tunca River (Edirne, Turkey)

Abstract

This study was carried out to compare the abundance rates, species, and the number of individuals in colony formation of Trichoptera and Ephemeroptera benthic fauna in different leaf packs. In the present study, three stations were determined in the Tunca River (Edirne). Five different tree leaves (artificial boxwood, walnut, berry, dry sycamore, elm) were used. A 20 kg potato bag was used in the packaging of the leaves. A total of 25 packages were placed at each station. Between June 2012 and October 2012, Trichoptera and Ephemeroptera samples were collected from stations and taken to 70% ethyl alcohol was brought to the laboratory. Samples were examined under a stereomicroscope. Then, the ANOVA test was used for the analysis of Trichoptera and Ephemeroptera larvae according to leaf packs, station, and time (months), and 0.05 α statistical significance was taken as basis in all tests. When the difference was found significant, the reason was revealed by the Tukey test. Variance analysis test results revealed that the number of individuals Trichoptera differed only at station 2. There was no difference according to leaf type and months. In the number of Ephemeroptera individuals, variance analysis results did not differ according to leaf type, station, and months. A total of 7 species, 3 from Trichoptera and 4 from Ephemeroptera, were found. The Trichoptera taxon *Cyrnus trimaculatus* (Curtis, 1834), *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842), *Hydropsyche instabilis* (Curtis, 1834) and Ephemeroptera's *Caenis luctuosa* (Burmeister, 1834) species are new records for the Tunca River.

Keywords: Macroinvertebrates, ANOVA, Turkey, Tunca River

GİRİŞ

Bazı organik materyaller küçük dereler için büyük bir besin kaynağıdır. Bu organik maddeler (detritus) yüksek su sıcaklığına sahip bölgelerin derelerindeki yıllık toplam enerji değişiminin %50'sini oluşturmaktadır (Petersen ve Cummins, 1974). Lignin, tanen, selüloz, hemiselüloz, nitrojen ve karbon konsantrasyonlu karasal yaprak döküntülerinin ayrıştırılması sırasında değişime uğramaktadır. Bu kimyasal değişimler dekompozör flora ve faunanın ardışık kolonileşme ve

aktiviteleri ile ilişkilidir. İlk 12 ay dekompozörlerin yaprak döküntülerinde yaptığı kimyasal değişimler makroomurgasızların aktiviteleri tarafından etkilenmektedir. Ayrıca kimyasal değişimler omurgasız predatörlerin aktiviteleri ile çok yakından ilişkilidir (Hunter vd., 2003).

Bentik omurgasızlar kaya ve yaprak paketlerinde hem doğal hem de yapay koloniler oluştururlar (Sylvestre ve Bailey, 2005; Haapala vd., 2003). Akarsuların önemli karbon kaynaklarından biri ağaçlardan dökülen ve suya ulaşan yapraklardır. Kurumuş yapraklar özellikle dağ derelerinin vazgeçilmez karbon kaynağını oluşturmaktadır. Yaprığın bozulması ile içerdiği kimyasallar sudaki besin dinamiğini etkilemektedir (Hunter vd., 2003; Welsh, 2007). Bazı bentik omurgasızların aktivitelerinin çürüyen yaprak miktarı ile arttığı kanıtlanmıştır. Yaprığın çürüme kimyası ve makroomurgasızların yaprağı parçalama aktiviteleri birbirine bağlıdır. Çünkü yaprak döküntüsünün kompozisyonu makroomurgasızların koloni kurmalarındaki en önemli faktördür. Özellikle dağ derelerinde koloni oluşumu yaprak paketlerinde gözlenmektedir. Bentik omurgasızların dağılımında çürümüş bitki döküntülerinin önemli olduğu düşünülmektedir. Çürümüş yaprak döküntülerindeki hakim mikroflora bentik organizmaların koloni oluşumunda önemli olabilir. Fakat koloni içindeki predatörlerin etkileri henüz tam olarak çalışılmamıştır (Hunter vd., 2003). Bunun yanında çevresel şartlar da hem yaprak çürümesi hem de koloni oluşturmada etkili olabilir (Costa ve Melo, 2008). Kolonizasyon, omurgasızların hareketleri, substrat yapısı, besin temini, rekabet, habitat ve predatörlük (Buffagni ve Comin, 2000; Royer ve Minshall, 2003), mevsimler (Williams, 1980) ve akıntı (Townsend ve Hildrew, 1976; Allan, 1975) gibi birçok etmene bağlıdır.

Ağaç döküntüleri nehir ekosistemlerinde dengeleyici bir rol oynamaktadır (Heede, 1972; Nelson, 2000). Çözünmüş organik ve inorganik besinler, partikül halindeki maddeler ve nehir kıyısındaki ağaçlardan kopan döküntüler besin döngüsünün temelini oluşturmaktadır. Ağaçtan düşen ağaç parçaları nehrin jeomorfolojisini değiştirerek bazı taksonlar için yeni habitatlar meydana getirmektedir. Yaprak döküntülerinin birikimi ve bozulması, sucul mikroplar ve makroomurgasızlar için habitat kaynağı oluşturmada ve yiyecek sağlamaktadır (Petersen ve Cummins, 1974). Makroomurgasız topluluklarındaki ilişki ve nehirlerde biriken bitki döküntü türlerinin karakterizasyonu, makroomurgasız dağılımı ve ekosistem düzeyindeki süreçleri anlamada önemlidir.

Makroomurgasızların koloni oluşumları konusunda Kuzey Amerika ve Avrupa'da birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen (Allan, 1975; Townsend, ve Hildrew, 1976; Williams, 1980; Royer ve Minshall, 2003; Cupşa vd., 2005), Türkiye'de lotik çevre konusunda benzer bir araştırma ilk defa Duran (2006), Duran vd. (2008) ve daha sonra Özkan (Özkan, 2018a; Özkan, 2018b; Özkan, 2018c; Özkan, 2019) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, Tunca Nehri'nde Trichoptera ve Ephemeroptera faunasının yaprak paketi tercihlerinin, yaprak paketlerinin avantajlarının ve nehirde bu taksonların tür çeşitliliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Tunca Nehri'nin Türkiye sınırları içerisinde kalan bölümünde gerçekleştirildi. Tunca Nehri, Bulgaristan'da Orta-Balkanlar üzerinde Yumrukçal tepesinden doğar. 100 km kadar aktıktan sonra Kızanlık, İslimye (Sliven) ile Yanbolu (Yambol) gibi yerleşim birimleri içinden geçerek Edirne ilinin Lalapaşa ilçesi, Suakacağı mevkiinden Türkiye'ye girmektedir. Tunca Nehri'nin 12 km'lik bölümü Türk-Bulgar sınırını oluşturur. Meriç Nehri'nin başlıca kollarındandır. Sınırlarımız içinde yaklaşık 30 km yol alır. Bu kesimde %0,2'lik eğimle, ortalama 30 m³/sn'lik bir debi ile akarak Edirne'nin güneyinde Meriç Nehri ile birleşir. Nehrin toplam uzunluğu 350 km'dir (Kavaz, 1997).

Çalışma, Haziran-Ekim 2012 tarihleri arasında, Tunca Nehri üzerinde belirlenen üç istasyonda gerçekleştirildi. 1. istasyon nehrin Türkiye'ye girdiği sınıra yakın olan Suakacağı Köyü (46°54'09,00" D, 46°32'519,00" K, 47 m), 2. istasyon Değirmenyeni Köyü (Eğribük bölgesi) (46°10'67,00" D, 46°23'425,00" K, 40 m), 3. istasyon Trakya Üniversitesi Tunca Kışlası (46°29'65,63" D, 46°19'414,88" K, 37 m) olarak belirlendi (Şekil 1). İstasyonların habitatları birbirinden farklılık göstermektedir. Birinci istasyonun çevresinde söğüt ve kavak ağaçları yaygın bulunmaktadır. Nehrin içi ve etrafı makrofitlerle (saz, karnı, ot vb.) kaplıdır. Dip yapısı kumlu, bazı bölgelerde kumun üstünde çamurlar mevcuttur. Su seviyesi 50-60 cm civarında ve zaman zaman bütün istasyonlarda çevre ve atmosfer koşullarına bağlı olarak değişmektedir. İkinci istasyonun dip yapısı çamur, kum, organik detritus içermektedir. Örnekleme alanının arka kısmı sazlık, bitkisel yönden oldukça zengin, su seviyesi yaklaşık 75 cm olan bir bölgedir. Üçüncü istasyonun ise dip yapısı çamur fakat alt kısmı kumludur. Organik materyalden oldukça yoksun ve nehrin yalnız kıyı kesiminde az miktarda makrofit

bulunmaktadır. Su seviyesi yaklaşık olarak 60 cm'dir. Nehirde akıntının hızı yavaş olarak bütün istasyonlarda gerçekleşmektedir.

Öncelikle Mayıs ayına kadar ağaçların yapraklanması ve yaprakların büyümesi beklendi. Daha sonra nehir çevresinde yaygın olarak bulunan ceviz, dut, karaağaç yaprakları toplandı. Önceki yıldan toplanmış kurumuş çınar yaprakları ve kontrol amacıyla doğal bir madde olmayan yapay şimşir (plastik) tercih edildi. Daha sonra yapraklar 20 kg'lık patates çuvallarına dolduruldu ve belirli bir düzen dâhilinde sıralandı. Yaprak paketleri dayanıklı ipler ile birbirine bağlanarak renkli plastik numaralar ile işaretlendi. Böylece ilerleyen aylarda yapraklar çürümeye başladığında, hangi numarada hangi yaprağın olduğunu ayırt edebilmek garanti altına alınmış oldu. Her istasyon için her ay farklı yaprak paketlerinden birer tane olmak üzere toplamda beşer adet yaprak paketi toplanacak şekilde 25 yaprak paketi hazırlandı ve nehrin zeminine yerleştirildi (Şekil 2). İzleyen 5 ay içinde (Haziran-Ekim) ayda bir defa olmak üzere yaprak paketlerinden bir takımı örnekleme istasyonlarından toplandı. Yapraklar ayrı ayrı kova içinde bol su ilavesi ile karıştırıldı. Göz aralıkları farklı (Delik Aralığı-0.600µ, 300µ ve 1,18mm) eleklerde yıkanarak defalarca süzüldü (Şekil 3). Bireyler eleklerden alınarak içinde %70 etil alkol bulunan örnek şişelerinde toplandı ve istasyon bilgileri, tarih yazılı olan küçük etiketler şişelerin içerisine konuldu. Arazide toplanan örnekler laboratuvara taşınarak binoküler mikroskop altında petri kaplarına konularak çamurlarından temizlendi. Daha sonra etiketi yazılı olan küçük tüplere Trichoptera ve Ephemeroptera bireyleri ayrı ayrı konuldu. Ayrıca su akışına ters yönde el çamur kepçesi ile iki kepçe çamur örneği her istasyondan alındı ve aynı işlemler uygulandı.



Şekil 1. Tunca Nehri örnekleme istasyonları: 1. Suakacağı köyü, 2. Değirmenyeni köyü, 3. Edirne merkez.



Şekil 2. 2. istasyon (1. arazi).



Şekil 3. 3. istasyonda çalışma alanı.

Makroomurgasız örnekleri diseksiyon ve binoküler mikroskoplar kullanılarak tür düzeyinde teşhis edildi. Teşhis anahtarı olarak Trichoptera için Rueda vd. (2014), Waringer ve Graf (2011); Ephemeroptera için Türkmen ve Kazancı (2013), Bennett (2011), Gaino ve Rebora (2000), Elliott vd. (1988)'den faydalanıldı.

Daha sonra yaprak paketlerindeki Trichoptera ve Ephemeroptera taksonlarının analizi için yaprak çeşitleri, istasyonlar ve zamana göre ANOVA uygulandı. Bütün testlerde 0,05 α istatistiksel anlamlılık kullanıldı. Önemli bir farklılık olduğu durumda ise farklılığın neden kaynaklandığı Tukey testi ile ortaya konuldu.

BULGULAR

Çalışma istasyonlarında yaprak paketleri ve kepçede toplam 7 tür ve 309 birey bulundu. Tür ve birey sayıları incelendiğinde 3 tür ve 194 birey Trichoptera'ya, 4 tür ve 115 birey Ephemeroptera'ya aittir. Her iki taksonda da bireylerin oldukça büyük kısmı (187 birey Trichoptera ve 95 birey Ephemeroptera) 2. istasyona aittir. Diğer istasyonlarda ise oldukça az miktarda birey bulundu.

Trichoptera faunasının yaprak çeşitlerine, istasyonlara ve zamana göre farklılığının varyans analizi yapılmış, sonuçlar Tablo 1, 2, 3 ve 4'te verilmiştir.

Tablo 1. Trichoptera faunasının yaprak çeşitlerine göre farklılığının analizi.

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Min.	Max.	F	p
				Alt Sınır	Üst Sınır				
Yapay Şimşir	15	7,27	16,901	-2,09	16,63	0	62		
Ceviz	15	1,27	3,348	-0,59	3,12	0	12		
Kuru Çınar	15	2,27	4,818	-0,40	4,93	0	16	1,626	0,177
Dut	15	0,93	2,344	-0,36	2,23	0	8		
Karaağaç	15	1,07	2,549	-0,34	2,48	0	9		
Toplam	75	2,56	8,286	0,65	4,47	0	62		

Tablo 1'e göre Trichoptera'nın yaprak çeşitlerine göre yuvalanmasındaki farklılığa bakıldığında varyans analizi farklılığın olmadığını ($p>0,05$) ortaya koymuştur.

Tablo 2. Trichoptera faunasının istasyonlara göre farklılığının analizi.

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama için %95		Min.	Max.	F	p	Farkın Kaynağı
				Güven Aralığı						
				Alt Sınır	Üst Sınır					
1. istasyon	25	0,08	0,277	-0,03	0,19	0	1	7,528	0,001	2-1
2. istasyon	25	7,40	13,219	1,94	12,86	0	62			
3. istasyon	25	0,20	0,500	-0,01	0,41	0	2			
Toplam	75	2,56	8,286	0,65	4,47	0	62			

Tablo 3. Trichoptera faunasının istasyonlara göre çoklu karşılaştırmalı Tukey testi analizi.

İstasyon	İstasyon	Ortalama Farkları	Standart Hata	Anlamlılık	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1. istasyon	2. istasyon	-7,320(*)	2,161	0,003	-12,49	-2,15
	3. istasyon	-0,120	2,161	0,998	-5,29	5,05
2. istasyon	1. istasyon	7,320(*)	2,161	0,003	2,15	12,49
	3. istasyon	7,200(*)	2,161	0,004	2,03	12,37
3. istasyon	1. istasyon	0,120	2,161	0,998	-5,05	5,29
	2. istasyon	-7,200(*)	2,161	0,004	-12,37	-2,03

Tablo 2'ye göre Trichoptera'nın istasyonlara göre kolonileşmesinde bir farklılığın olup olmadığına varyans analizi testi ile bakılmıştır. Sonuçlara göre farklılığın olduğu ($p < 0,05$) ortaya konulmuştur. Bu farklılığın hangi istasyondan kaynaklandığı Tukey çoklu karşılaştırmalı test sonucu ile belirlenmiştir (Tablo 3). Farkın 2. istasyondan ileri geldiği ve bu istasyonun diğerlerine göre kendi bünyesinde daha fazla birey barındırdığı görülmüştür.

Tablo 4. Trichoptera faunasının aylara (zamana) göre farklılığının analizi.

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama için %95		Min.	Max.	F	p
				Güven Aralığı					
				Alt Sınır	Üst Sınır				
17.06.2012	15	0,67	2,320	-0,62	1,95	0	9	1,003	0,412
21.07.2012	15	0,33	0,724	-0,07	0,73	0	2		
18.08.2012	15	4,33	7,907	-0,05	8,71	0	29		
16.09.2012	15	5,13	15,901	-3,67	13,94	0	62		
20.10.2012	15	2,33	4,685	-0,26	4,93	0	16		
Toplam	75	2,56	8,286	0,65	4,47	0	62		

Tablo 4'e göre Trichoptera'nın aylara (zamana) göre yuvalanmasındaki farklılığına bakıldığında varyans analizi testi ile farklılığın olmadığı ($p > 0,05$) ortaya konulmuştur.

Ephemeroptera faunasının yaprak çeşidi, istasyon ve aylara (zamana) göre farklılığının varyans analizi yapılarak sonuçlar Tablo 5, 6 ve 7'de gösterilmiştir.

Tablo 5. Ephemeroptera faunasının yaprak çeşitlerine göre farklılığının analizi.

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Min.	Max.	F	p
				Alt Sınır	Üst Sınır				
				Yapay Şimşir	15				
Ceviz	15	0,73	1,624	-0,17	1,63	0	5		
Kuru Çınar	15	0,40	0,828	-0,06	0,86	0	3	1,942	0,113
Dut	15	0,00	0,000	0,00	0,00	0	0		
Karaağaç	15	0,33	0,724	-0,07	0,73	0	2		
Toplam	75	1,53	7,469	-0,19	3,25	0	62		

Tablo 5'e göre Ephemeroptera faunasının yaprak türlerine göre yuvalanmasında bir fark olmadığı varyans analizi testi sonuçları ile ($p>0,05$) ortaya konulmuştur.

Tablo 6. Ephemeroptera faunasının istasyonlara göre farklılığının analizi.

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Min.	Max.	F	p
				Alt Sınır	Üst Sınır				
				1. istasyon	25				
2. istasyon	25	3,80	12,738	-1,46	9,06	0	62	1,765	0,178
3. istasyon	25	0,48	0,770	0,16	0,80	0	2		
Toplam	75	1,53	7,469	-0,19	3,25	0	62		

Tablo 6'ya göre Ephemeroptera faunasının istasyonlara göre yuvalanmasında farklılığın olmadığı varyans analizi testi sonuçlarına göre ($p>0,05$) ortaya konulmuştur.

Tablo 7. Ephemeroptera faunasının aylara (zamana) göre farklılığının analizi.

	N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama için %95 Güven Aralığı		Min.	Max.	F	p
				Alt Sınır	Üst Sınır				
				17.06.2012	15				
21.07.2012	15	0,27	0,704	-0,12	0,66	0	2		
18.08.2012	15	2,33	4,865	-0,36	5,03	0	19	0,854	0,496
16.09.2012	15	0,40	1,056	-0,18	0,98	0	4		
20.10.2012	15	4,33	15,972	-4,51	13,18	0	62		
Toplam	75	1,53	7,469	-0,19	3,25	0	62		

Tablo 7'ye göre Ephemeroptera faunasının aylara göre kolonileşmesinde farklılığın olmadığı varyans analizi testi sonuçlarına ile ($p>0,05$) ortaya konulmuştur.

Yaprak paketleri ve kepçede var olan Trichoptera takımına ait 3 (*Cyrnus trimaculatus*, *Ecnomus tenellus*, *Hydropsyche instabilis*) ve Ephemeroptera takımına ait 4 (*Caenis luctuosa*, *Cloeon dipterum*, *Caenis macrura*, *Potamanthus luteus*) tür teşhis edilmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Trichoptera ve Ephemeroptera türlerinin yaprak paketleri çeşitlerinde ve kepçede dağılımı (Y.Ş= Yapay Şimşir; CEV= Ceviz; DUT= Dut; K.Ç.= Kuru çınar; K.A.= Karaağaç; KEP.= Kepçe).

	Y.Ş.	CEV.	K.Ç.	DUT.	K.A.	KEP.
Trichoptera						
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (Curtis, 1834)	4	7	16	0	8	0
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	105	12	18	14	7	0
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curtis, 1834)	2	0	0	0	1	0
Ephemeroptera						
<i>Caenis luctuosa</i> (Burmeister, 1839)	30	9	3	0	3	2
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	2	0	0	0	0	0
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835	58	2	3	0	0	0
<i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)	1	0	0	0	2	0

Tunca Nehri'nde yapılan bu çalışmada bütün yaprak paketlerinde Trichoptera birey sayısı genel olarak fazla olmakla birlikte, en yoğun olarak yapay şimşirde (111 birey) bulunmuş, kepçede ise hiç bulunamamıştır (Tablo 8). Ephemeroptera ise yine yapay şimşirde fazla (91 birey) fakat dut yaprağında hiç bulunamamıştır (Tablo 8).

Trichoptera ve Ephemeroptera türlerinin istasyonlara göre dağılımı Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Trichoptera ve Ephemeroptera türlerinin istasyonlara göre dağılımı.

	1. istasyon	2. istasyon	3. istasyon
Trichoptera			
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (Curtis, 1834)	0	35	0
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	2	149	5
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curtis, 1834)	0	3	0
Ephemeroptera			
<i>Caenis luctuosa</i> (Burmeister, 1839)	6	30	10
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	0	2	0
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835	2	62	0
<i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)	0	1	2

Tablo 9'a göre her iki takımın da 2. istasyonda birey sayısının yoğun olduğu görülmektedir. İkinci istasyon az ya da çok teşhis edilen bütün türleri bulundurmaktadır. Diğer istasyonlarda ise hem birey sayısı hem de tür çeşitliliği daha az tespit edilmiştir.

Trichoptera ve Ephemeroptera türlerinin aylara göre dağılımı Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Trichoptera ve Ephemeroptera türlerinin aylara göre dağılımı.

	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Trichoptera					
<i>Cyrnus trimaculatus</i> (Curtis, 1834)	0	0	1	0	34
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	10	5	64	77	0
<i>Hydropsyche instabilis</i> (Curtis, 1834)	0	0	0	0	3
Ephemeroptera					
<i>Hnhnhn</i>	2	4	31	6	4
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	0	0	2	0	0
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835	0	0	2	1	60
<i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)	3	0	0	0	0

Tablo 10'da her iki takımın da kolonizasyonunun özellikle Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında suların çeşitli nedenlerle azaldığı ve akıntının yavaşladığı dönemlerde yoğun olduğu görülmektedir. Haziran ve Temmuz aylarında nehrin su seviyesinde yağışlar ve sulama nedeniyle büyük değişimler yaşanmıştır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Yapraklar Tunca Nehri'ne yerleştirildikten sonra araziden aylık olarak gerçekleştirilen toplama sırasında bazı yaprak kütlelerinde ayrışmadan dolayı zamanla bir azalma kaydedildi. En çok kütle kaybı 1-2 ay içerisinde dut yapraklarında görüldü. Daha sonra ceviz ve karaağaç yaprakları az olmakla birlikte dut yapraklarını izledi. Kuru çınar yapraklarında ise hiçbir değişim gözlenmedi.

Tunca Nehri'nde yapılan bu çalışmada bütün yaprak paketlerinde Trichoptera'ya ait birey sayısı (194 birey) genel olarak fazla olmakla birlikte özellikle en yoğun yapay şimşirde (111 birey) bulunmuş, kepekte ise hiç bulunamamıştır. Bu durum bize yaprak paketlerinin koloni oluşumundaki önemini göstermektedir. Ephemeroptera bireyleri ise yine en yoğun yapay şimşirde (91 birey) bulunmuş, fakat dut yaprağında hiç bulunamamıştır. Bunun sebebinin dut yapraklarının hızlı ayrışmasından dolayı giderek azalması olduğu düşünülmektedir. Ceviz, karaağaç ve kuru çınar yapraklarında ayrışma daha az gerçekleşmiştir. Veriler bireylerin beslenmeden çok, çevre faktörleri ve düşmanlarına karşı korunma amaçlı olarak yaprak paketlerini kullandıklarını göstermektedir (Duran vd., 2008). Her iki taban makroomurgasız takımının birey sayıları yaprak paketlerinde, doğal ortamdan (bentozdan) kepeğe ile yapılan örneklemelere göre fazla bulunmuştur. Bu durum lotik fauna çalışmalarında yaprak paketlerinin tercih edilebileceğini göstermektedir. Trichoptera bireyleri 2. istasyon (187 birey) ve Eylül ayında (77 birey), Ephemeroptera bireyleri ise 2. istasyon (95 birey) ve Ekim ayında (64 birey) en yüksek sayılarda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ikinci istasyonun zemin çeşitliliği ve su akış hızının azalmasına bağlanabilir.

Richardson (1992) ve Hofer ve Richardson (2007) çalışmalarında yaprak, odun çeşitleri ve plastiği kullanmışlardır. Yapraklarda kolonize olan makroomurgasız (Trichoptera, Ephemeroptera, Oligochaeta, Chironomidae, Nemouridae, Ceratopogonidae vb.) birey sayısı, odun yüzeyler ve plastiğe göre çok daha fazla olmuştur. Bu sonuçlar odun ve plastiğin beslenme amaçlı kullanımından çok fiziksel ihtiyaçlar (yuvalanma, su akış hızından korunma, predatörlük vb.) için kullanıldığını göstermektedir. Örneklem dönemlerinin çoğunda Trichoptera larvaları yapraklarda diğer inceleme ortamlarından daha yoğun bulunmuştur. Tunca Nehri'nde yapılan çalışmanın sonuçları bu çalışma ile karşılaştırılırsa takson çeşitliliği dışında örtüşmemektedir. Çalışmada kolonileşme en fazla yapay şimşir paketlerinde bulunmuştur. 2012 yılının Haziran ayında yağışların artması nedeniyle nehirde su taşkınları fazla görülmüştür. Bu ise makroomurgasızların sürüklenmesini, birey sayılarının ve tür çeşitliliğinin azalmasını sağlamıştır. Ayrıca ilerleyen süreçte Temmuz ayında nehirde tarımsal amaçlı özellikle çevrede bulunan çeltik tarlaları için aşırı su çekimi gerçekleşmiş ve su seviyesinin hızla azalmasına neden olmuştur. Dolayısıyla bu olumsuz çevre faktörleri makroomurgasızların yapay şimşiri beslenmeden çok barınma amaçlı kullandığını göstermektedir (Tablo 8). Bu sonuçlar Duran vd. (2008) ve Fritz ve Feminelle (2011)'nin yaptığı çalışmaların sonuçları ile de tutarlılık göstermektedir.

Çalışma süresince Trichoptera ve Ephemeroptera'ya ait toplam 7 tür bulunmuştur. Bu türlerin 3'ü Trichoptera; 4'ü Ephemeroptera takımına aittir (Tablo 7, 8, 9). Camur-Elipek vd. (2006) tarafından Tunca Nehri'nde Ekman-Birge ile yapılan örneklemelerde Ephemeroptera'ya ait 6 tür teşhis edilmiştir. Saptanan türlerden *Baetis* sp., *Ephoron virgo* ve *Heptagenia longicauda*'ya araştırmamızda rastlanmamıştır. Aynı çalışmada Trichoptera faunasının, bu çalışmanın aksine düşük birey sayılarıyla temsil edildiği belirtilmiş olup tür tayininin yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca yapılan bu çalışmada teşhis edilen Trichoptera'nın bütün türleri ve Ephemeroptera'nın *Caenis luctuosa* türü Tunca Nehri için yeni kayıttır. Trichoptera türlerinden *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842) (156 birey) ve Ephemeroptera'dan *Caenis macrura* Stephens, 1835 (63 birey) en fazla bulunan türler olmuştur (Tablo 9).

Trichoptera'nın istasyonlara göre koloni oluşumunda (Tablo 2) farklılığın olduğu varyans analizi testi sonuçları ile ($p < 0,05$) ortaya konulmuştur. Farklılığın Tukey testine göre 2. istasyondan kaynaklandığı saptanmıştır. Bu istasyonda diğer istasyonlara kıyasla daha fazla birey bulunmuştur (187 birey). Bu farklılığın nedeni 2. istasyonda makrofitlerin nehir yatağında yoğun bulunması, habitatının çamur, kum ve organik detritus bakımından canlı yaşam alanı olarak daha zengin ve korunaklı olması ve su akış hızının yaz aylarında yavaşlamasına bağlanabilir. Birinci ve özellikle

üçüncü istasyon organik detritus bakımından nispeten yoksundur. Bentik makroomurgasızlar böyle ortamları yuvalanmada yoğun olarak kullanmadıkları için bu istasyonların birey sayıları az bulunmuştur. Trichoptera'dan *Ecnomus tenellus*, Ephemeroptera'dan sırasıyla *Caenis macrura* ve *Caenis luctuosa* 2. istasyonda yoğun olarak bulunmuştur. Bu türler habitat olarak literatürle uygunluk göstermektedir. Yüksek yoğunluklara bazen ulaşamamaları da ova nehirlerinde çok önemlidirler. Kumlu yatakların çamur ile kaplandığı kıyı koşullarında, partikül organik detritus toplayarak beslenirler. Hidrolik stresin en az olduğu nehrin sığ bölgelerinde ya da göllerde toplanarak yaşamaktadırlar (Corallini ve Bicchierai, 2011; Glazaczow vd., 2009; Panis vd., 1995; Rempel v., 2000; Zelinka, 1980).

Bu çalışma ile Trichoptera ve Ephemeroptera faunasının su kaynaklarında yaşam biçimlerini etkileyen faktörler ve dağılımları konusuna katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Trichoptera ve Ephemeroptera faunası özellikle çalışmanın yapıldığı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında (Tablo 10) daha fazla görülmüştür. Bu durumun nedeninin havalarda ifade edilen aylarda sıcaklık oranlarının canlı yaşamı için daha uygun olması, su akıntı hızının azalması ile ortamın daha koruyucu olması, besin artış faktörleri olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu araştırma Trakya Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir (proje no 2011-130). Çalışma 12-15 Temmuz tarihinde Afyon (Türkiye)'de düzenlenen III. International Zoology and Technology Congress'de sözlü bildiri olarak sunulmuş ve kongre kitabında özeti yayınlanmıştır.

KAYNAKLAR

- Allan, J.D. (1975). The distributional ecology and diversity of benthic insects in cement Creek Colorado. *Ecology*, 56, 1040-1053.
- Bennett, C.J. (2011). *Potamanthus luteus* (Linnaeus, 1758) *Yellow Mayfly (Ephemeroptera: Potamanthidae)*, Craig Macadam, Conservation Officer (Scotland), Buglife-The Invertebrate Conservation Trust. Balallan House. 24 Allan Park, Stirling, FK8 2QG.
- Buffagni, A., & Comin, E. (2000). Secondary production of benthic communities at the habitat Scale as a tool to assess ecological integrity in mountain streams. *Hydrobiologia*, 422/423, 183-195.
- Camur-Elipek, B., Arslan, N., Kirgiz, T., & Oterler, B. (2006). Benthic macrofauna in Tunca River (Turkey) and their relationships with environmental variables. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 34, 360-366.
- Corallini, C., & Bicchierai, M.C. (2011). Biology and morphology of the larva of *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842) (Trichoptera: Ecnomidae). *Zoosymposia*, 5, 71-82.
- Costa, S.S., & Melo, A.S. (2008). Beta diversity in stream macro invertebrate assemblages: among-site and among-microhabitat components. *Hydrobiologia*, 598, 131-138.
- Cupşa, D., Sas, I., Telcean, I., & Covaciu-Marcov, S.D. (2005). Studies on the dynamics of the macrozoobenthic invertebrate groups in the thermal Lake Ochiul Mare natural reserve (Bihor County, Romania). *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie*, XII, 11-20.
- Duran, M. (2006). Field experiment on drift and colonization of benthic macroinvertebrate in Gokpinar Stream (Denizli, Turkey). *Pakistan Journal of Biological Science*, 9 (3), 493-496.
- Duran, M., Akyıldız, G.K., Çelik, G., Bakır, R., Avcı, H., & Metin, H. (2008). Bentik omurgasızların değişik yaprak paketlerinde koloni oluşturmalarının karşılaştırılması. *Trabzon Biyoloji Kongresi*, 23-27 Haziran.
- Elliott, J.M., Humpesch, U.H., & Macan, T.T. (1988). *Larvae of the British Ephemeroptera: A Key with Ecological Notes*. Freshwater Biological Association Scientific Publications, 145pp.
- Fritz, K.M., & Feminella, J.W. (2011). Invertebrate colonization of leaves and roots within sediments of Intermittent Coastal Plain Streams across hydrologic phases. *Aquatic Sciences*, 73, 459-469.
- Gaino, E., & Rebor, M. 2000. *Ophryoglena* sp. (Ciliata: Oligohymenophora) in *Caenis luctuosa* (Ephemeroptera: Caenidae), *Acta Protozoologica*, 39, 225-231.
- Glazaczow, A., Orwin, D., & Bajaczyk, R. (2009). The influence of river functionality on habitat selection by Ephemeroptera in spatially and temporally diverse lowland rivers, with particular reference to the River Bug. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38 (2), 63-76.
- Haapala, A., Muotka, T., & Laasonen, P. (2003). Distribution of benthic macroinvertebrates and leaf litter in relation to streambed retentivity: Implications for headwater stream restoration. *Boreal Environment Research*, 8, 19-30.
- Heede, B.H. (1972). Influences of a forest on the hydraulic geometry of two mountain streams. *Water Resources Bulletin*, 8, 523-530.
- Hofer N., & Richardson, J.S. (2007). Comparisons of the colonisation by invertebrates of three species of wood, alder leaves and plastic 'leaves' in a temperate stream. Department of Forest Sciences, *International Review Hydrobiology*, 92, 647-655.

- Hunter, M.D., Adi, S., Pringle, C.M., & Coleman, D.C. (2003). Relative effects of macroinvertebrates and habitat on the chemistry of litter during decomposition. *Pedobiologia*, 47, 101-115.
- Kavaz, E. (1997). *Tunca Nehri Bentik makroomurgasız faunası*. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Marshall, J.E. (1978). *Trichoptera, Hydropsychidae, handbooks for the identification of British insects*. Vol. I, Part 14(a). Copyright © Royal Entomological Society, 2012.
- Nelson, S.M. (2000). Leaf pack breakdown and macroinvertebrate colonization: bioassessment tools for a high-altitude regulated system? *Environmental Pollution*, 110, 321-329.
- Özkan N. (2018a). Investigation of colony formation in different leaf packs of Chironomidae larvae in Edirne Tunca River. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (4), 2366-2372.
- Özkan N. (2018b). Colonization of fresh water leech *Erpobdella octoculata* Linnaeus, 1758 (Annelida: Hirudinida) in different habitats in Tunca River, Edirne. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(7), 4743-4750.
- Özkan N. (2018c). The influence of leaf litter on the distribution of aquatic macrobenthic fauna in Tunca River (Edirne/Turkey). *International Agricultural, Biological & Life Science Conference*, 2-5 September 2018, Edirne, Turkey (Oral Presentation), 433-439.
- Özkan, N. (2019). The influence of leaf litter on the distribution of aquatic Chironomidae pupal (Diptera) fauna in Tunca River (Edirne/Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 15(1), 35-42. DOI: <https://dx.doi.org/10.22392/egirdir>.
- Panis, L., Bervoets L., & Verheyen, R.F. (1995). The spatial distribution of *Caenis horaria* (L., 1758) (Caenidae, Ephemeroptera) in a pond in Niel (Belgium). *Annales de la Societe Entomologique de Belgique*, 131, 47-51.
- Petersen, R.C., & Cummins, K.W. (1974). Leaf processing in a woodland stream. *Freshwater Biology*, 4, 343-368.
- Rempel L., Richardson J., & Healey M. (2000) Macroinvertebrate community structure along gradients of hydraulic and sedimentary conditions in a large gravel-bed river. *Freshwater Biology*, 45, 57-73.
- Richardson, J.S. (1992). Food, microhabitat, or both? Macroinvertebrate use of leaf accumulations in a Montane Stream. *Freshwater Biology*, 27, 169-176.
- Royer, T.V., & Minshall, G.W. (2003). Controls on leaf processing in streams from spatial-scaling and hierarchical perspectives. *Journal of the North American Benthological Society*, 22, 352-358.
- Rueda, J., Molina, C., & Benavent, M. (2014). Primeras citas de *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842) (Trichoptera: Ecnomidae) Para las Provincias de Castellón. Cuenca Valencia (Este de España). *Anales de Biología*, 36, 1-3.
- Sylvestre, S., & Bailey, R.C. (2005). Ecology of leaf pack macroinvertebrate communities in stream of the Fraser River Basin. British Columbia. *Freshwater Biology*, 50, 1094-1104.
- Townsend, C.R., & Hildrew A.G. (1976). Field experiments on the drifting, colonization and continuous redistribution of stream benthos. *Journal of Animal Ecology*, 45, 759-773.
- Türkmen, G., & Kazancı, N. (2013). The key to the Ephemeroptera (Insecta) larvae in running waters of the Eastern Black Sea Basin (Turkey) with the new records. *Review of Hydrobiology*, 6 (1), 31-55.
- Zelinka, M. (1980). Differences in the production of mayfly larvae in partial habitats of a barbel stream. *Archiv für Hydrobiologie*, 90 (3), 284-297.
- Waringer, J., & Graf, W. (2011). *Atlas Der Mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven, Atlas of Central European Trichoptera Larvae*. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468p.
- Welsh, J.H. (2007). *The Effects of Suspended Sediment on Aquatic Community Structure and Detritus Processing*. Presented to the Faculty of Humboldt State University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Arts, 1-37.
- Williams, D.D. (1980). Temporal patterns in recolonization of stream benthos. *Hydrobiologia*, 90 (1), 56-74.

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

Author Guidelines

Page Size	:A4 (21 cm x 29.7 cm)
Edge Interval	:Top: 2.5, lower: 2.5, left:2.5, right:2.5 , shrinkage: 0
Font style	:Except for these, the entire article should be set to 11punto-the first line of the paragraph starting at 0,5cm-before the line spacing-0 single line before / after the line spacing.
Address writing	:University (institution)-Faculty-Department-Province (Must be written county in foreign publications)
Abstract	:The abstract should not exceed 250 words.
Key words	:It should contain at least 3 (three), maximum 5 (five) words.
Decimal notation	:In Turkish articles, "(comma)" should be "." (Dot)" in English articles.
Table	:The table should be centered on the page.In-table scripts should be set to max 10punto. Footer, 8 point, left side of table.
Figure	:The figure and the figure should be centered on the page
Examples in-text references representation	:(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>
Reference	:“APA” standard should be used. Journal names should be written clearly. No abbreviation should be made. https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf
How to Cite Something You Found on a Website in APA Style	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

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

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 hm³ and has surface area 8.35 km² 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., & Gökıınar, 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., & Sarihan, E. (1997). Seyhan Nehri'nin (Adana il merkezi sınırları içindeki bölümünde) Rotifera ve Cladocera faunası. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 439-443.

Yazım Kuralları

Sayfa boyutu	:A4 (21 cm x 29,7 cm) olarak ayarlanmalıdır
Kenar boşlukları	:Üst: 2,5 - Alt: 2,5 - Sol: 2,5 - Sağ: 2,5. Cilt payı: 0.
Yazı stili	:Tüm makalede Times New Roman, 11punto iki yana yaslı, satır aralığı tek, olarak ayarlanmalı. Paragraf girintisi 0,5 ayarlanmalıdır.
Adres yazımı	:Üniversite (kurum) – Fakülte – Bölüm – İl (Büyük illerde birden çok ilçede birimi bulunması durumunda veya merkez dışında ise “ilçe” ve yabancı yayınlarda “ülke” de yazılmalı)
Özet	:Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır.
Anahtar kelimeler	:En az 3 (üç), en çok 5 (beş) kelime içermelidir.
Ondalık gösterim	:Türkçe makalelerde “,” (virgül) İngilizce makalelerde “.” (nokta) olmalıdır.
Tablo	:Tablo özel bir tasarım uygulanmamış düz kılavuz şeklinde olmalı ve iç yazılar en çok 10 punto ve alt bilgi yazıları 8 punto olmalıdır.
Şekil	:Şekil ve şekil yazısı sayfaya ortalı yerleştirilmelidir.
Metin içi atıf yapma	:(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.....
Kaynaklar	:“APA” standardında ve alfabetik sıralama ile yapılmalıdır. Dergi isimleri açık yazılmalıdır. Kısaltma yapılmamalıdır. APA standartları için; https://www.adelaide.edu.au/writingcentre/referencing_guides/APA_styleGuide.pdf
APA’ya göre internet kaynaklarının gösterimi	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

Ö R N E K M A K A L E

Eğirdir Gölü'nden Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Sindirim Enzim Aktivitelerinin Mevsim, Büyüklük ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi

Esra ACAR¹, Seval BAHADIR KOCA^{1*}, Mehmet NAZ², Özgür KOŞKAN³, İlder İLHAN⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta ²İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay ³Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

⁴Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta

* Sorumlu Yazar: sevalkoca@sdu.edu.tr

Özet

Bu çalışma, Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Astacus leptodactylus* türünde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine (proteaz α -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 ($p<0,05$), α -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, α -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, α -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 α -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, α -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; Harlıoğlu ve Aksu 2002; Harlıoğlu 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; α -amilaz, proteaz ve lipaz olmak üzere üç çeşit sindirim enzim aktivitesi araştırılmıştır. Tatlısu istakozundaki α -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.

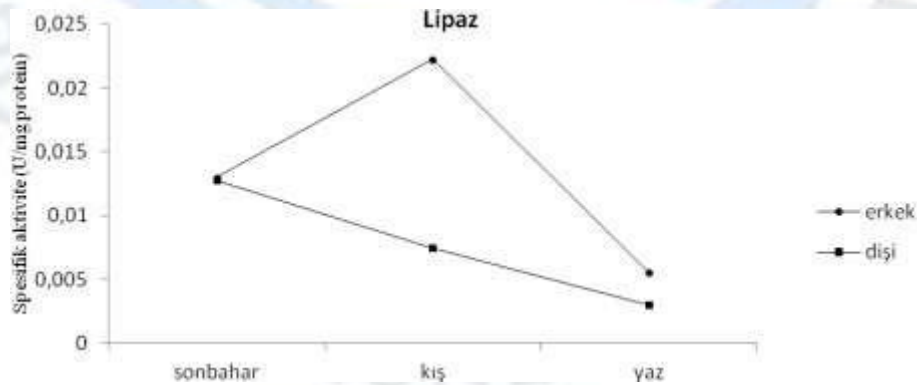
BULGULAR

Eşey ve mevsimsel farklılıkların kerevit midesindeki α -amilaz enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Tablo 1).

Tablo1. Kerevit midesindeki α -amilaz aktivitesinin eşey ve mevsime göre değişimi, (Ort.± S.H.) (U/mgprotein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
Dişi	^a 0,013± 0,0011 ^a	^b 0,007 ± 0,0006 ^b	^b 0,003 ± 0,0010 ^a
Erkek	^a 0,013 ± 0,0035 ^a	^b 0,022 ± 0,0026 ^a	^c 0,006± 0,0006 ^a

Lipaz aktivitesi erkek kerevitlerde sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşturmuş, dişi bireylerde ise sonbahar mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki lipaz aktivitesi (U/mg protein)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut sindirim enzimlerinin profili ve faaliyetleri başta olmak üzere sindirim sisteminde ortaya çıkan fizyolojik süreçler, türlerin geniş besin çeşitliliğinden faydalanmasını etkilemektedir. Farklı kabuklu türleri, farklı beslenme alışkanlıklarına ve yaşam alanlarını yansıtan bir dizi sindirim enzime sahiptir (Anonim, 2017; Coccia vd., 2011).....

Ayrıca, maksimum enzim aktivitesini belirleyebilmek için; farklı pH, sıcaklık ve reaksiyon sürelerinde denemeler yapılması da önemli taşımaktadır.....

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. (veya varsa proje desteği yazılmalı)

KAYNAKLAR

- Acar Kurt, E. (2016). Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun sindirim enzim aktivitelerinin mevsimsel değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ackefors, H. (2000). Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*, 1(4), 337-359.
- Adebayo-Tayo, B.C., Onilude, A.A., & Etuk, F.I. (2011). Studies on microbiological, proximate mineral and heavy metal composition of freshwater snails from Niger Delta Creek in Nigeria. *AU J.T.* 14(4), 290-298. Technical Report 290.
- Alpbaz, A. (1993). *Kabuklu ve Eklembacaklı Yetiştiriciliği*. I. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Bilgin, Ş., İzci L, Günlü A., & Bolat Y. (2008). Eğirdir gölü'ndeki tatlısu istakozu (*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*.

