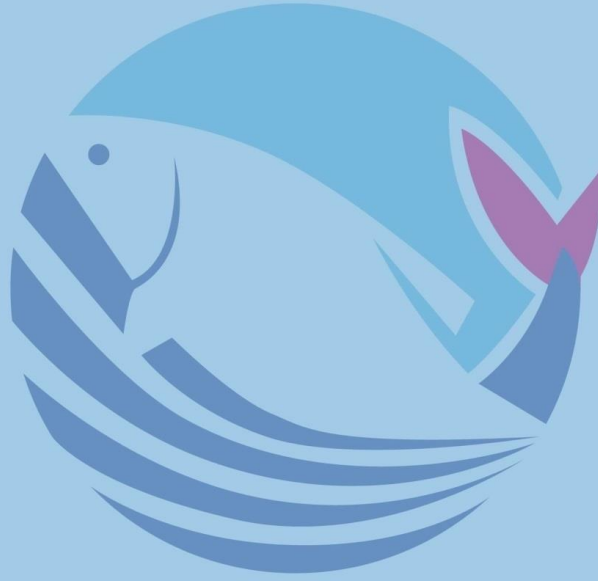


Acta Aquatica Turcica

**Türk Su Bilimleri
Dergisi**



2021

Vol:17

Number:2 | Cilt:17

Sayı:2

e-ISSN: 2651-5474

Yayın Tarihi: Haziran - 2021

ACTA AQUATICA TURCICA
TÜRK SU BİLİMLERİ DERGİSİ
(YIL 2021 – CİLT: 17 – SAYI 2)

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

Ayşegül KUBİLAY

Baş Editör / Editor in Chief

Yunus Ömer BOYACI

Editörler / Editors

Şengül BİLGİN
Nalan Özgür YİĞİT
Seçil METİN

Yayın Tarihi: Haziran - 2021

Mizanpaj Editörleri / Layout Editors

Ergi BAHRİOĞLU

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: Haziran - 2021

ACTA AQUATICA TURCICA
(YIL 2021 – CİLT: 17– SAYI: 2)

YAYIN KURULU / EDITORIAL BOARD*

Altan LÖK	Ege University, TÜRKİYE
Doru Stelian BĂNĂDUC	Lucian Blaga” University of Sibiu, ROMANIA
Ercüment GENÇ	Ankara University, TÜRKİYE
Erdoğan ÇİÇEK	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, TÜRKİYE
Erik JEPPESEN	Aarhus University, DENMARK
Eugenia BEZİRTZOGLU	Democritus University of Thrace, GREECE
Hamid Reza ESMAEILI	Shiraz University IRAN
Karim ERZINI	University of Algarve, PORTUGAL
Magdolna Mülleme 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 MAKALESI / RESEARCH PAPERS:

Sea Spiders (Arthropoda: Pycnogonida) from the Antalya Bay (Turkey, Eastern Mediterranean Sea) Cengiz KOÇAK, Furkan DURUCAN	159-163
Growth parameters and reproductive biology of <i>Citharus linguatula</i> (Linnaeus, 1758) from the sea of Marmara (Turkey) İsmail Burak DABAN, Mukadder ARSLAN İHSANOĞLU, Ali İŞMEN, Murat ŞİRİN, Cahide Çiğdem YİĞİN	164-174
Köyceğiz Lagünü'nden avlanan Altınbaş (<i>Chelon auratus</i>) ve Mavri (<i>Chelon labrosus</i>) kefallerinin besin kompozisyonu ve yağ asidi profilinin mevsimsel değişimi Cansu METİN, Yunus ALPARSLAN, Taçnur BAYGAR	175-185
Biometrics characters, length-weight relationships and genetic properties of dumsel fish, <i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Pomacentridae) from the Black Sea Beyhan Mehmet AYDIN, Rafet Çağrı ÖZTÜRK	186-194
Evaluation of the toxicity activity of bioactive compounds of some Geophytes against Brine Shrimp (<i>Artemia salina</i> L.). Murat TURAN, Ramazan MAMMADOV	195-201
<i>Aeromonas hydrophila</i> suşlarının antibiyotik direnç profilleri. Nurdan FİLİK, Ebru ÖNEM, Ayşegül KUBİLAY	202-213
Effect on growth performance of <i>Clarias gariepinus</i> juveniles fed fermented mango seed Kernel Diet at different inclusion level Augustine Eyiwunmi FALAYE, Shakiru Okanlawon SULE, Mamady KOUROUMA	214-220
Sücutlü Baraj Gölü'nün (Isparta) alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin tahmini Ayça ASLANTÜRK, Osman ÇETİNKAYA	221-232
Bafa Gölünde küçük ölçekli balıkçılıkta kullanılan av araçlarının yapısal özellikleri M. Hakan KAYKAÇ, Zafer TOSUNOĞLU, Hasan M. SARI	233-245
Occurrence of Whale Shark in Nigerian deep water: Need for further survey Chimezie EKEKE, Afam ANENE	246-254
Effects of plant extracts on the quality of sous Vide Meagre (<i>Argyrosomus regius</i>) fillets Burcu BOZOVA, Levent İZCİ	255-266
Evidence on otolith structure and some ecological features of three small foraging species along the southern Black Sea coast Aysun GÜMÜŞ, Ayşe VAN, Mustafa ZENGİN, Serdar SÜER	267-278
Aksaray İli (Türkiye) İhtiyofaunası Muhammed KELLEÇİ, Burak SEÇER, Erdoğan ÇİÇEK, Sevil SUNGUR	279-289
Antibiotic and heavy metal resistance of <i>Escherichia coli</i> strains isolated from the Seve Dam, and Konak Pond, Kilis, Turkey Hatice Aysun MERCİMEK TAKCI, Sevil TOPLAR, Melis SUMENGEN ÖZDENEF ...	290-297

İzmir (Özbek-Urta) kıyılarında Yassı İstiridye (*Ostrea edulis* L. 1758) büyütme
çalışması

Ali KIRTIK, Selçuk YİĞİTKURT, Evrim KURTAY, Aysun KÜÇÜKDERMENÇİ,

Aynur LÖK..... 298-305

Sea Spiders (Arthropoda: Pycnogonida) from the Antalya Bay (Turkey, Eastern Mediterranean Sea)Cengiz KOÇAK^{1*}, Furkan DURUCAN²¹Department of Hydrobiology, Fisheries Faculty, Ege University, TR 35100, Bornova-İzmir, Turkey.²Department of Aquaculture, Fisheries Faculty, Isparta University of Applied Sciences, TR 32200 Isparta, Turkey*Corresponding Author: kocakcengiz@gmail.com**Research Article**

Received 21 July 2020; Accepted 25 November 2020; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Koçak, C., & Durucan, F. (2021). Sea Spiders (Arthropoda: Pycnogonida) from the Antalya Bay (Turkey, Eastern Mediterranean Sea). *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 159-163. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.772216>**Abstract**

Sampling studies in Antalya Bay revealed the presence of two species of Pycnogonida belonging to the genus *Tanystylum*. These species are identified as *T. conirostre* (Dohrn, 1881) and *T. orbiculare* Wilson, 1878. The presence of *T. conirostre* is reported herein for the first time from the Antalya Bay, also the second time from the Mediterranean coast of Turkey and the Levantine Sea. The record therefore further extends the known distribution of the species from the Mersin Bay to the Antalya Bay in the Levantine Sea. *T. orbiculare* is reported in this study the second time from the Antalya Bay and the third time from the Mediterranean coast of Turkey. Distribution map of both species in the eastern Mediterranean Sea is provided, together with photographs and line drawings of the species.

Keywords: Pycnogonida, *Tanystylum*, Antalya Bay, Turkey, eastern Mediterranean

Antalya Körfezi (Türkiye, Doğu Akdeniz)'nden deniz örümcekleri (Arthropoda: Pycnogonida)**Özet**

Antalya Körfezi'nde yapılan örnekleme çalışmaları, *Tanystylum* cinsine ait iki pycnogonid türü olan *T. conirostre* (Dohrn, 1881) ve *T. orbiculare* Wilson, 1878' nin varlığını ortaya koymuştur. *T. conirostre* Antalya Körfezi'nden ilk kez, Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarından ve Levantin Denizi'nden ise ikinci kez bu çalışmada rapor edilmektedir. *T. orbiculare* ise Antalya Körfezi'nden ikinci kez, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarından ise üçüncü kez rapor edilmektedir. Her iki türün doğu Akdeniz'deki dağılımı, fotoğraf ve çizimi çalışmada verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pycnogonida, *Tanystylum*, Antalya Körfezi, Türkiye, Doğu Akdeniz

INTRODUCTION

The only scientific report to date of the pycnogonids of the Antalya Bay in Turkey (Stock, 1962) recorded two species (*Tanystylum orbiculare* Wilson, 1878 and *Achelia* sp.). *T. orbiculare* is reported also in this study from the Bay. Until now, only these two pycnogonid species were known from the region. Additional samplings carried out in Antalya Bay revealed also the presence of *Tanystylum conirostre* (Dohrn, 1881). The present study provides a new locality for *T. conirostre* in the Mediterranean coast of Turkey and the Levantine Sea, also information about the distribution of both species in the eastern Mediterranean Sea.

MATERIALS AND METHODS

Pycnogonids were collected at two sampling stations from hydroids (Figure 1) in the upper infralittoral zone (0.5-0.7 m depth) of Antalya Bay (Figure 2). Coll. F. Durucan. Collected specimens were fixed in 5% formaldehyde in the field and later rinsed with fresh water, and were then preserved in 70% ethyl alcohol in the laboratory. The specimens sampled were examined under a stereomicroscope. Drawings were made with the aid of a drawing tube mounted on an Olympus CX31 compound microscope. All pycnogonid specimens were identified to the species level using works by

Stock (1968), Child (1992), and Lehmann et al. (2014). The specimens were deposited in the Museum of the Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Turkey (ESFM).

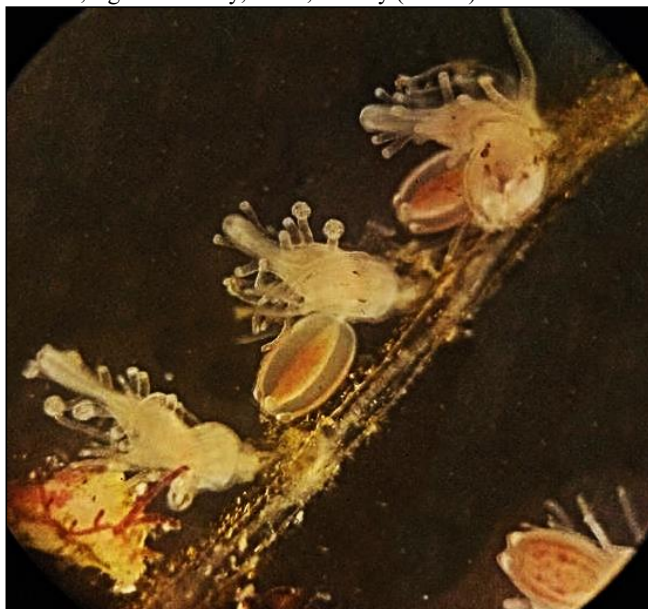


Figure 1. *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820, where the pycnogonid specimens are collected (photographed by F. Durucan).

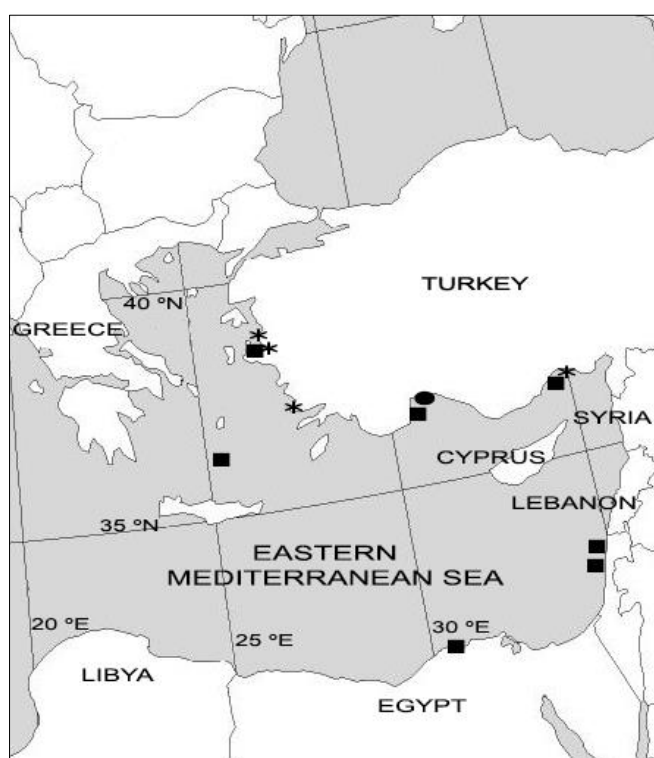


Figure 2. Known distribution of *Tanystylum orbiculare* Wilson, 1878 and *Tanystylum conirostre* (Dohrn, 1881) in the eastern Mediterranean Sea: filled rectangle, previous records of *T. orbiculare*;

asterisk, previous records of *T. conirostre*; filled circle, indicating the present sampling area, i.e., Antalya Bay, as reported upon in this study

RESULTS

A total of 15 pycnogonid specimens belonging to one genus (*Tanystylum*) and 2 species (*T. orbiculare*, *T. conirostre*) were found from the Antalya Bay.

Systematics

Class PYCNOGONIDA Latreille, 1810

Order PANTOPODA Gerstaecker, 1863

Family AMMOTHEIDAE Dohrn, 1881

Genus *Tanystylum* Miers, 1879

Tanystylum orbiculare Wilson, 1878 (Figure 3)

Synonymised taxa: *Clotenia orbiculare* (Wilson, 1878)

Material examined: St. İnciraltı, (36.859913 N, 30.728615 E), *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820, 0.7 m, 1♂, 3♀♀, 1 subadult ♂, 1 subadult ♀ (EFSM-PYC/2020-1), 03.07.2020; St. Hamitbey, (36.875957 N, 30.7068491 E), *P. disticha*, 0.5 m, 2♀♀, (EFSM-PYC/2020-2), 14.07.2020.

Previous records of *T. orbiculare* from the eastern Mediterranean Sea: ISRAEL. Haifa Bay (Stock, 1958a), Tantara (Stock, 1958b); EGYPT. Alexandria (Helfer, 1936); GREECE. Santorini Island (Arnaud, 1987); TURKEY. Aegean coast of Turkey (İzmir Bay (Arnaud, 1976; Krapp et al. 2008), Mediterranean coast of Turkey (Antalya Harbour (Stock, 1962); Mersin Bay (Koçak and Alan, 2013) (Figure 2).

Worldwide Distribution: Atlantic-Mediterranean (Soler-Membrives and Munilla, 2015).

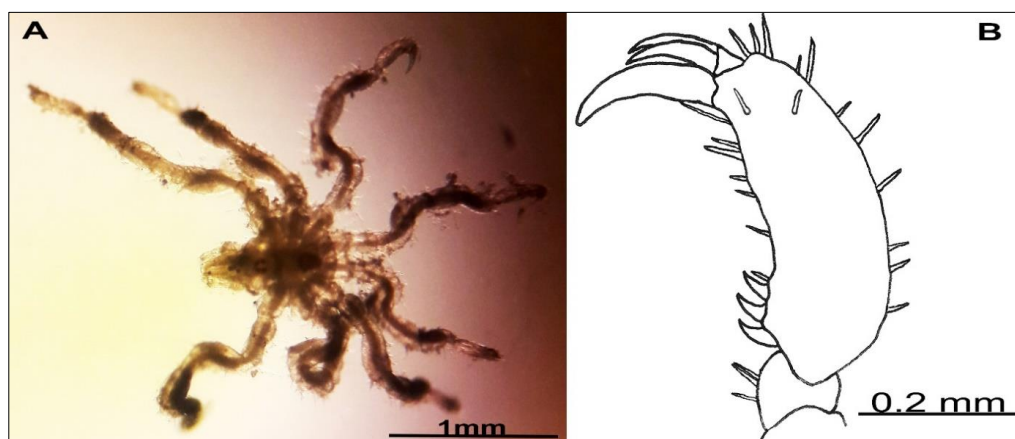


Figure 3. *Tanystylum orbiculare* Wilson, 1878, ♂, from Antalya Bay. A- Dorsal view; B-Tarsus and propodus of left leg 4.

Tanystylum conirostre (Dohrn, 1881) (Figure 4)

Synonymised taxa: *Clotenia conirostris* Dohrn, 1881

Material examined: St. İnciraltı, (36.859913 N, 30.728615 E), *P. disticha*, 0.7 m, 2♂♂, 2 subadult ♀♀, 2 juveniles (EFSM-PYC/2020-3), 03.07.2020; St. Hamitbey, (36.875957 N, 30.7068491 E), *P. disticha*, 0.5 m, 1 subadult ♀ (EFSM-PYC/2020-4), 14.07.2020.

All previous records of *T. conirostre* in the eastern Mediterranean Sea were from Turkey: Aegean coast of Turkey (İzmir Bay: Arnaud, 1976; Krapp et al. 2008; Çinar et al. 2008. Gencelli cove: Krapp et al. 2008. Torba-Bodrum: Krapp et al. 2008). Mediterranean coast of Turkey (Mersin Bay: Koçak and Alan, 2013) (Figure 2).

Worldwide Distribution: Atlantic-Mediterranean (Soler-Membrives and Munilla, 2015).

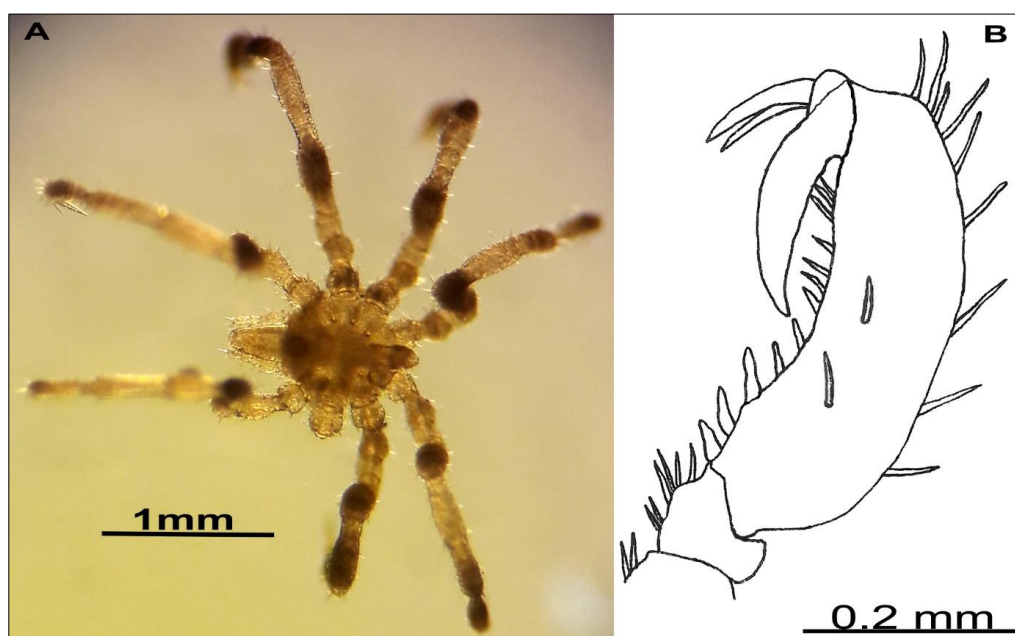


Figure 4. *Tanystylum conirostre* (Dohrn, 1881), ♂, from Antalya Bay. A-Dorsal view; B-Tarsus and propodus of left leg 4.

DISCUSSION

In this study, two pycnogonid species were identified belonging to the genus *Tanystylum* (*T. conirostre* and *T. orbiculare*) from the study area. *T. conirostre* is reported herein for the first time from the Antalya Bay, also second time from the Mediterranean coast of Turkey and the Levantine Sea. This species was reported from the Levantine Sea (Mersin Bay) by Koçak & Alan (2013). The record in the present study therefore further extend the known distribution of the species from the Mersin Bay to the Antalya Bay in the Levantine Sea. The presence of *T. orbiculare* is reported in this study the second time from Antalya Bay and third time from the Mediterranean coast of Turkey.

The earlier study by Stock (1962) reported two pycnogonid species (*T. orbiculare* and *Achelia* sp.) from the research area, *T. orbiculare* was also obtained in the present study. With the addition of *T. conirostre*, the known pycnogonid fauna of Antalya Bay rises to a total of three species. These three different species of pycnogonids, out of a total number of 29 species in Turkey (Kocak, 2019), represent 10.3% of all known pycnogonid species. To date, a total number of eight pycnogonid species were found in the Turkish Mediterranean Sea (Kocak, 2015). Thus, the reported three species in the Antalya Bay represent 37.5% of the actual Turkish Mediterranean Sea species.

The known pycnogonid species in Antalya Bay were reported in shallow water. Therefore, we believe that deep-sea samplings in Antalya Bay and more detailed examinations along the coasts of Antalya Bay will result in a more accurate count of the species of pycnogonida occurring in the region.

Acknowledgments: We are grateful to Dr. Daniela Pica (Department of Life and Environmental Sciences, Polytechnic University of Marche, Ancona, Italy) who made the taxonomic identification of *Pennaria disticha* Goldfuss, 1820.

REFERENCES

- Arnaud, F. (1976). Sur quelques pycnogonides de Turquie et de la mer Egée (Méditerranée orientale). *Acta ecologica Iranica*, 1(1), 68–71.
- Arnaud, F. (1987). Les pycnogonides (Chelicerata) de Méditerranée: Distribution écologique, batyhmétrique et biogéographie. *Mésogée*, 47, 37–58.
- Child C.A. (1992). Shallow-water Pycnogonida of the Gulf of Mexico. *Memoirs of the Hourglass Cruises*, 9 (1), 1–86.

- Çinar, M.E., Katağan, T., Koçak, F., Öztürk, B., Ergen, Z., Kocataş, A., Önen, M., Kirkim, F., Bakir, K., Kurt, G., Dağlı, E., Açıık, S., Doğan, A. & Özcan, T. (2008). Faunal assemblages of the mussel *Mytilus galloprovincialis* in and around Alsancak Harbour (Izmir Bay, eastern Mediterranean) with special emphasis on alien species. *Journal of Marine Systems*, 71(1-2), 1–17. DOI:10.1016/j.jmarsys.2007.05.004
- Helfer, H. (1936). The fishery grounds near Alexandria (Egypt), VII. Pantopoda. *Notes and memoirs, Ministry of Commerce and Industry, Fisheries Research Directorate, Egypt* 16, 1–6.
- Koçak, C. & Alan N. (2013). Pycnogonida (Arthropoda) from Mersin Bay (Turkey, Eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Zoology*, 37, 367–371.
- Kocak, C. (2015). A checklist of the Pycnogonids (Arthropoda) from Turkish waters. *Acta Adriatica*, 56: 189–198.
- Kocak, C. (2019). A new record of the genus *Trygaeus* Dohrn, 1881 and species *Trygaeus communis* Dohrn, 1881 (Arthropoda, Pycnogonida) from Turkey (Eastern Mediterranean). *Acta Adriatica*, 60(1): 47-52. DOI: 10.32582/aa.60.1.4
- Krapp, F., Kocak, C. & Katagan, T. (2008). Pycnogonida (Arthropoda) from the eastern Mediterranean Sea with description of a new species of *Anoplodactylus*. *Zootaxa*, 1686: 57-68.
- Lehmann, T., Heß, M. & Melzer, R.R. (2014). Common littoral pycnogonids of the Mediterranean Sea. *Zoosystematics and Evolution*, 90 (2), 163–224. DOI: 10.3897/zse.90.7520
- Soler-Membrives, A. & Munilla, T. (2015). PYCNOIB: Biodiversity and Biogeography of Iberian Pycnogonids. *PLoS ONE*, 10, 1-21. DOI: 10.1371/journal.pone.0120818
- Stock, J.H. (1958a). The pycnogonida of the Erythrean and the Mediterranean coasts of Israel. *Bulletin of the Sea Fisheries Station Haifa*, 19, 3–5.
- Stock, J.H. (1958b). Pycnogonida from the Mediterranean coasts of Israel. *Bulletin of the Research Council of Israel* 7B (3–4), 137–142.
- Stock, J.H. (1962). Some Turkish pycnogonid records. *Entomologische Berichten*, 22, 218–219.
- Stock, J.H. (1968). Faune marine des Pyrénées-Orientales. 6: Pycnogonides. *Vie et Milieu*, 19(1–A): 11–38 (in French).

Growth Parameters and Reproductive Biology of *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) from the Sea of Marmara (Turkey)İsmail Burak DABAN¹, Mukadder ARSLAN İHSANOĞLU^{1*}, Ali İŞMEN¹, Murat ŞİRİN²,
Cahide Çiğdem YİĞİN³¹Canakkale Onsekiz Mart University, Marine Science and Technology Faculty, Fisheries and Fish Processing Department, 17100, Canakkale, Turkey²Ministry of Agriculture and Forestry, Provincial Directorate of Trabzon, Turkey³Canakkale Onsekiz Mart University, Marine Science and Technology Faculty, Marine and Inland Water Department, 17100, Canakkale, Turkey*Corresponding Author: mukadderarslan@gmail.com**Research Article**

Received 21 July 2020; Accepted 05 October 2020; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Daban, İ. B., Arslan İhsanoğlu, M., İşmen, A., Şirin, M., & Yiğın, C. Ç. (2021). Growth parameters and reproductive biology of *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) from the sea of Marmara (Turkey). *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 164-174. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.772524>**Abstract**

An economically important species of *Citharus linguatula* was investigated in the Sea of Marmara (Eastern Mediterranean, Turkey). Length-weight relationships, growth parameters, reproductive time, and first sexual maturity length of the species were determined. A total of 236 individuals were analyzed, total length and weight varied from 7.5 to 26.5 cm TL (17.11±3.62 cm) and 2.67 to 180.81 g (44.07±1.84 g), respectively. The length-weight relationship was calculated as $W=0.0047 \times TL^{3.17}$ in total. The growth type was positive allometry for both sexes. Total individuals were ranged in age between 1 and 4. According to sexes, von Bertalanffy growth parameters were calculated as $L_{\infty}=23.44$ cm, $K=0.74$ per year, and $t_0=-0.09$ year for females and $L_{\infty}=20.75$ cm, $K=0.56$ per year, and $t_0=-1.14$ year for males. The size at first maturity was 17.6 cm TL for males, and 16.7 cm TL for females. When sexual maturity, K, and GSI values were evaluated together, the reproduction period of *C. linguatula* was determined between September and December.

Keywords: Marmara Sea, spotted flounder, growth, length-weight relationships, sexual maturity**Marmara Denizi'nde *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758)'nın Büyüme Parametreleri ve Üreme Biyolojisi****Özet**

Marmara Denizi'nde ekonomik açıdan önemli bir tür olan *Citharus linguatula* araştırılmıştır. Türün boy-ağırlık ilişkisi, yaş, büyüme, üreme zamanı ve ilk eşeyssel olgunluk boyu belirlenmiştir. Toplam 236 birey analiz edilmiştir, toplam boy ve ağırlık değerleri sırasıyla 7,5 – 26,5 cm TL (17,11 ± 3,62 cm) ve 2,67 – 180,81 g (44,07 ± 1,84 g) arasında değişmiştir. Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri tüm bireyler için $W=0,0047 \times TL^{3,17}$ olarak hesaplanmıştır. Büyüme tipi her iki cinsiyet için de pozitif allometridir. Bireylerin yaşları 1 ile 4 arasında değişmektedir. Cinsiyetlere göre von Bertalanffy büyüme parametreleri, dişilerde $L_{\infty}=23,44$ cm, $K=0,74$ yıl⁻¹ ve $t_0=-0,09$ yıl, erkeklerde $L_{\infty}=20,75$ cm, $K=0,56$ yıl⁻¹ ve $t_0=-1,14$ yıl olarak belirlenmiştir. İlk eşeyssel olgunluk boyu erkekler için 17,6 cm TL, dişiler için 16,7 cm TL bulunmuştur. Eşeyssel olgunluk, K ve GSI değerleri birlikte değerlendirildiğinde, *C. linguatula*'nın üreme dönemi Eylül ve Aralık ayları arasında belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, kancağız pisi balığı, büyüme, boy-ağırlık ilişkisi, eşeyssel olgunluk**INTRODUCTION**

Spotted flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) is a member of the Citharidae family that distribute confined geographical areas in worldwide. It occurs in Eastern Atlantic and Mediterranean. It is a common flatfish around the Turkish coasts except for the Black Sea. The adults of this species common in soft, muddy, and sandy habitats and generally catch at depths lower than 200 m (Nielsen, 1981). The members of the family Citharidae distinguish from all other flatfish families (Bothidae, Cynoglossidae, Pleuronectidae, and Soleidae) with its single spine in pelvic fin (Nielsen, 1981). The family has six members worldwide, whereas it is represented single species in Turkish waters (Nelson, 1994).

C. linguatula is a target species of the local trawl fisheries (Demestre, 2006) but vulnerable for fishing activities (de Juan et al., 2006). It is identified as a highly selective predator (de Juan et al., 2007) and feeds on small fish and crustaceans (Fischer et al., 1987). It is ranked as the least concern status in the IUCN Red List (Tous et al., 2015). It is well represented in trawl catches and has a moderate commercial interest.

The length-weight relationship parameters about *C. linguatula* have been estimated in several studies (Campillo, 1992; Dulčić and Kraljević, 1996; Merella et al., 1997; Stergiou and Moutopoulos, 2001; Abdallah, 2002; Cicek et al., 2006; Sangun et al., 2007; Özekinci et al., 2009; Demirel and Dalkara, 2012).

Previous studies related to age, growth, and reproduction biology for *C. linguatula* is scarce (Stergiou et al., 1997; Garcia-Rodriguez and Esteban, 2000; Çakır et al., 2005; Bayhan et al., 2009; Cengiz et al., 2012; Cengiz et al., 2014; Cengiz and Ismen, 2018).

To our knowledge, this study reveals the first findings on the population parameters of this species in the Sea of Marmara, Turkey. This study aimed was to determine the age, growth, mortality, and reproductive biology of *C. linguatula* in the Marmara Sea.

MATERIALS and METHODS

Monthly trawl surveys were conducted between March 2017 and December 2018 from 34 stations in the Sea of Marmara (Turkey) (Figure 1). Sampling stations were selected to represent varied depth structures (0-50 m, 50-100 m, and 100-200 m depths). Trawl tows were realized according to MEDITS's standards. Each tow was conducted in daylight with 3 miles tow speed and 30 m duration.

The total length (TL) was measured to the nearest millimeter and the total weight (TW) was recorded to the nearest gram. Sex and maturity stages were determined by examining the gonads macroscopically. The length-weight relationship was estimated by the Sparre et al. 1989's equation.

$W=a \times TL^b$ where W is the total weight (g) and TL is the total length (cm), a and b are regression parameters. The growth type was identified according to equation (Sokal and Rohlf, 1987): $ts=(b-3)/SE(b)$ where ts is t -test value, b is a slope, and $SE(b)$ is a standard error of the slope.

The catch per unit effort (CPUE) values (kg h^{-1}) were determined and the mean values were computed based on depths. Biomass (kg km^{-2}) estimations were calculated by the swept area method (Sparre & Venema, 1998).

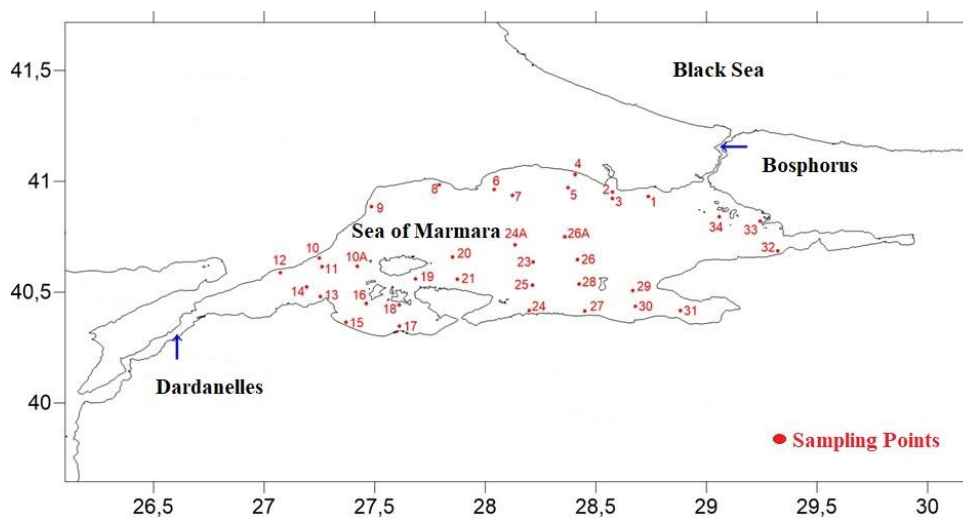


Figure 1. Sampling stations and study area

Sagittal otoliths from the blindside were used for age determination. In flatfishes, the otoliths from the blindside were used for age estimation, as the nucleus is more central and the zones were easier to be interpreted compared to otoliths from the ocular side (Cengiz et al., 2012a, 2012b; Cengiz et al., 2013). Growth parameters were estimated using the von Bertalanffy growth equation: $L_t = L_\infty [1 - \exp(-k(t - t_0))]$

$k(t-t_0))]$ where $L(t)$ is the length at age, L_∞ is the asymptotic length, K is the growth factor, and t_0 is the theoretical age when the size of fish is zero. Growth parameters were estimated using the FISAT II program package (Sparre and Venema, 1998). The ϕ growth performance index was calculated as follows; $\phi = \log K + 2 \times \log L_\infty$

Total mortality (Z) was found with the linearised catch curve using the mean age composition (Sparre and Venema, 1998). Natural mortality (M) was determined using Pauly's (1980) formula:

$\log(M) = (-0.0066) - 0.279 \times \log(L) + 0.6543 \times \log(K) + 0.4634 \times \log(T)$ where the T (15 °C) is the annual average temperature.

Fishing mortality was calculated using the following formula $F=Z-M$. The exploitation rate (E) was obtained using the formula $E=F/Z$.

Stages of maturity were determined by Holden and Raitt (1974): immature, maturing, ripening, ripe, and spent. To calculate the Gonadosomatic index values (GSI), the formula was used by Gibson and Ezzi (1980): $GSI = (GW/(BW-GW)) \times 100$. The length at first maturity (L_{50}) was estimated by fitting a logistic function using the Newton algorithm which is defined as $P(L) = 1/(1+e^{-(a+bL)})$ where $P(L)$ was the proportion of mature specimens at length L , and a and b the parameters of the logistic equation (Piñeiro and Sainza, 2003).

RESULTS

Sex Ratio, Length-Frequency, Length-Weight Relationships, and Biomass

In total, 236 individuals of *C. linguatula* were evaluated for analyses. The sex of individuals was determined as 125 females (52.9%) and 83 males (35.2%). The sex of the remaining 28 (11.9%) individuals was not determined due to immature gonads. The sex ratio was 1:1.5.

The total length and weight of individuals varied from 7.5 to 26.5 cm TL (17.11 ± 3.62 cm) and 2.67 to 180.81 g (44.07 ± 1.84 g), respectively. According to sexes, females ranged in length between 8.0 and 26.8 cm TL with a mean of 18.17 ± 3.55 cm TL and in weight from 3.74 to 180.81 g with a mean of 52.3 ± 2.76 g, whereas males ranged in length between 8.7 and 24 cm TL with a mean of 16.1 ± 2.9 cm TL and in weight from 4.6 to 102.4 g with a mean of 35.3 ± 3.88 g. The length-frequency distribution showed a normal curve and 23% of the total individuals were situated in 17 and 18 cm TL length groups. In some length groups such as 12 cm (males) and 21 cm (females), dominance was observed high upon sex (Figure 2). The LWR parameters were calculated as $W=0.0043 \times L^{3.21}$ for males, $W=0.0041 \times L^{3.21}$ for females, and $W=0.0047 \times L^{3.17}$ for both sexes (Table 1, Figure 3). The growth types were determined as a positive allometric (t-test, $p < 0.05$).

Mean biomass and catch per unit effort (CPUE) values were determined as 0.12 kg h^{-1} and 1.65 kg km^{-2} . In terms of depth contours, it has been determined that as the depth increases, the biomass and CPUE also increases. The biomass and CPUE values were calculated as 0.27 kg h^{-1} , 3.72 kg km^{-2} between 100 and 200 m depths. While biomass and CPUE were calculated as 0.13 kg h^{-1} , 1.79 kg km^{-2} for 50-100 m and 0.05 kg h^{-1} , 0.69 kg km^{-2} in 20-50 m depth contours.

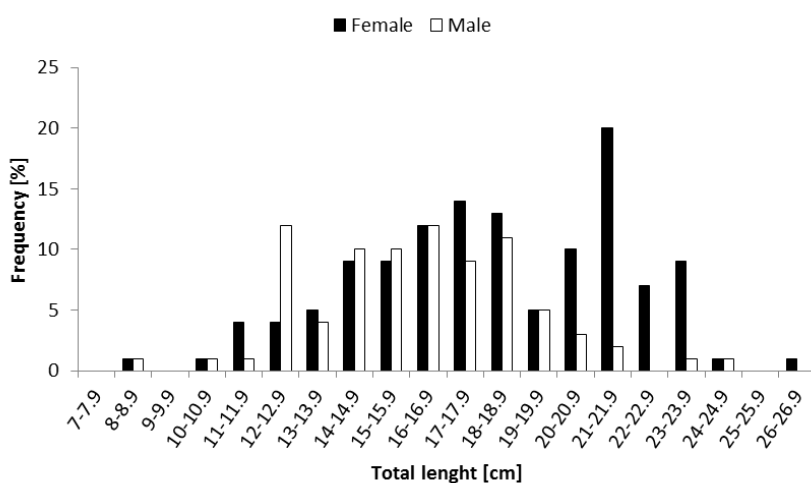


Figure 2. Length-frequency distribution of *C. linguatula* for females and males

Table 1. Length-weight relationship parameters of *C. linguatula* for female, male and combined.

Sex	a	b	R ²	N	Growth type
F	0.0043	3.21	0.97	125	A+
M	0.0041	3.21	0.98	83	A+
C	0.0047	3.17	0.98	236	A+

F: female, M: male, C: combined, A+: positive allometry

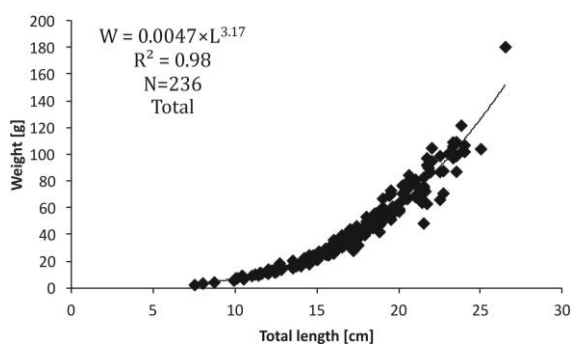


Figure 3. Length-weight relationship of *C. linguatula* for both sexes

Age, Growth, and Mortality

Spotted flounder aged I up to IV taers were present in the samples. The maximum age was determined as III and IV for males and females, respectively (Table 2). In total, the most represented age class was II, representing 48.1% of the total.

According to sexes, the von Bertalanffy growth parameters were calculated as L_{∞} =23.44 cm, K =0.74 y^{-1} , and t_0 =-0.09 y for females, and L_{∞} =20.75 cm, K =0.56 y^{-1} , and t_0 =-1.14 y for males. The von Bertalanffy growth curves were shown in Figure 4.

The total mortality (Z), natural mortality (M), fishing mortality (F), and exploitation rate (E) were calculated as 1.03, 0.79, 0.24, and 0.23, respectively.

Table 2. The age-length key of *C. linguatula*

Ages	Female			Male		
	Min- Max	Mean	N	Min- Max	Mean	N
1	14.3	14.3	1	13.5-17.5	15.13±0.85	4
2	15-21.7	18.72±0.81	9	14.7-19.6	16.96±0.42	11
3	18-22.7	20.58±0.46	11	19-19.8	19.4±0.40	2
4	20.3-26.5	22.86±0.82	6	-	-	-

Sexual Maturity and Reproductive Biology

The size at first maturity was 17.6 cm TL for males and 16.7 cm TL for females (Figure 5). The condition factor (KF) of females was higher than males during the sampling period. According to sexes, GSI values were ranged between 0.27 and 2.91 with a mean of 1.46 for females and ranged from 0.16 to 2.16 with a mean of 0.71 for males. In terms of seasonal variation, GSI was highest in October, whereas the minimum in April for both males and females. The mature gonads were found between October and December for females and were observed between July and December for males. When the sexual maturity, KF, and GSI values are evaluated together, the spawning period of *C. linguatula* was determined between September and December and its peak in November.

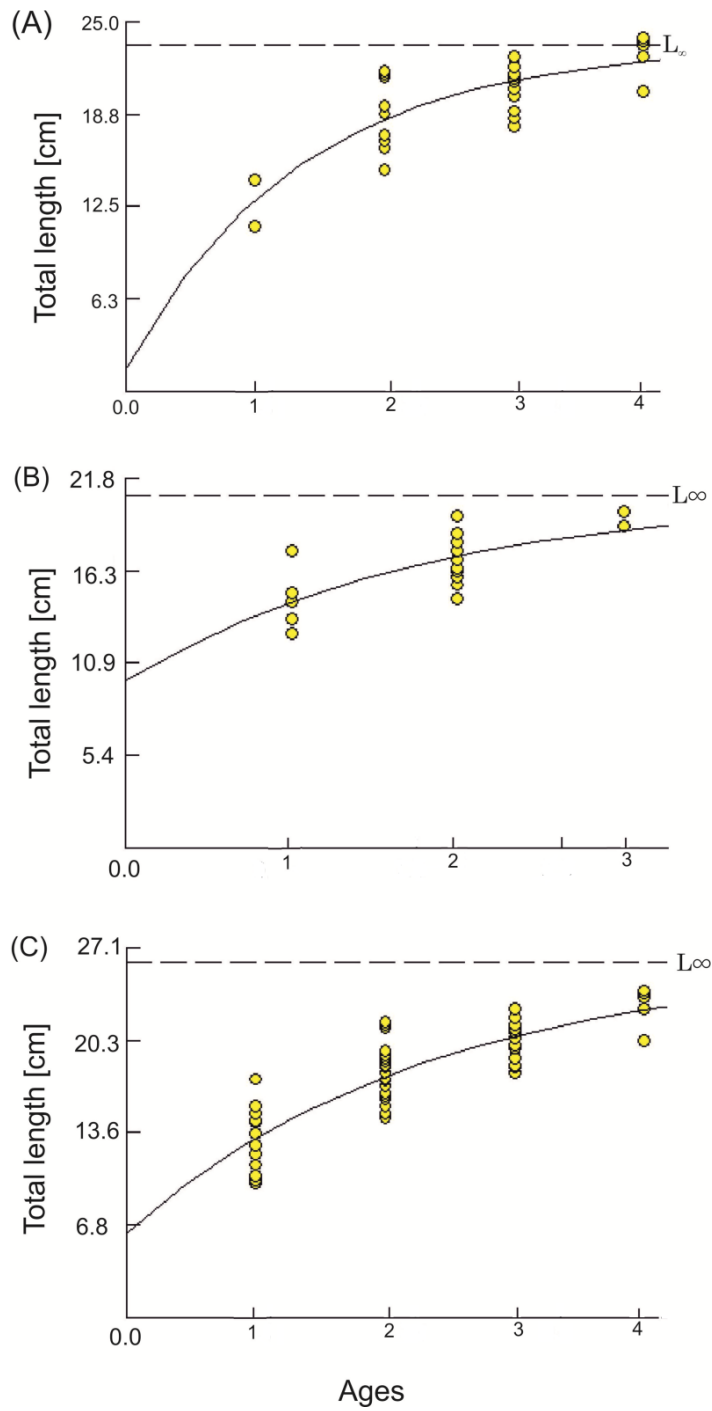


Figure 4. Von Bertalanffy growth curve for female (A), male (B) and, whole data set (C)

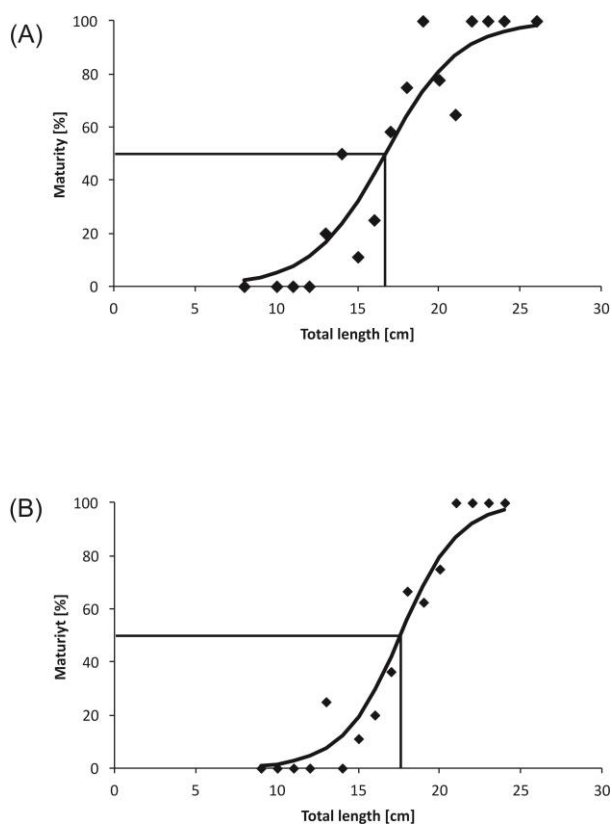


Figure 5. The logistic curve for estimating the size at first maturity (L_{50}) for female (A) and Male (B)

DISCUSSION

This study constitutes the first data deal with population parameters and reproduction biology of *C. linguatula* for the Sea of Marmara. Although trawling is restricted, beam trawls and illegal fishing of trawls are damaging all living creatures of demersal habitat in the Sea of Marmara. The slow-motion capability of *C. linguatula* makes difficulties for escaping dragnets such as trawl and beam trawls. Besides, Marmara Region hosts a great population, lots of industrial facilities, and commercial ports. Industrialization and dense marine traffic create marine pollution and damage benthic life of the Sea of Marmara.

Considering the population parameters, it must be known that biomass and stock structure of *C. linguatula* gives negative signs in this study. Mean catch per unit effort (CPUE) was determined as $0,12 \text{ kg h}^{-1}$ and $1,65 \text{ kg km}^{-2}$. With increasing depth, biomass was increased as $0,27 \text{ kg h}^{-1}$: $3,72 \text{ kg km}^{-2}$ between 100 and 200 m depths. It was determined that the *C. linguatula* was mostly distributed around the Southwest part of the Sea of Marmara. In this respect, *C. linguatula* keeps oneself a lot of from the polluted area (Northeastern part). Torcu Koç et al., (2012) were determined that 4.49% of the total demersal fish biomass of the Marmara Sea consisted of *C. linguatula*. In this study, *C. linguatula* constituted 0.1% of the total biomass. As can be seen biomass values *C. linguatula* is under threatened in the Sea of Marmara. According to TUIK, catch reports on *C. linguatula* validate this risk. While the catch value was 53 tons in 2010, it decreased to 3.6 tons in 2018 (TUIK, 2018). Thus, knowledge of population parameters becomes more critical for understanding the stock structure and taking measures for sustainability.

C. linguatula ranged in age between 1 and 4. The von Bertalanffy growth parameters were determined as $L_{\infty}=26.1 \text{ cm}$, $K=0.43 \text{ y}^{-1}$, and $t_0=-0.63 \text{ y}$. The total mortality (Z) was determined as 1.03 t^{-1} and the natural mortality (M) was estimated as 0.79 t^{-1} . The fishing mortality (F) was calculated as

0.24 t^{-1} and the exploitation rate (E) was determined as 0.23 t^{-1} . As can be seen that, contrary to expectations, the fishing mortality and exploitation rate were calculated low. Similarly, Türker-Çakır et al., 2005 determined the mortality rates as $Z = 0.60$, $M = 0.75$, $F = 0.15$, and $E = 0.25$ in the Edremit Bay and showed that the *C. linguatula* stock is being exploited at a lower than optimal level. When compared with the growth parameters, the results were not different in terms of the phi-prime index. According to the growth parameters, the females grow faster than the males similar to other results. (Table 3). In all flatfishes, females grow larger and faster than males. This may be due to the differences in metabolism between females and males, such as differences in oxygen consumption differences in excess energy levels between reproduction and somatic growth, and different food intake (Cengiz et al., 2014).

Türker-Çakır et al. (2005) were determined that *C. linguatula* was ranged in age between 1 and 5, and nearly the same exploitation rate was given in Edremit Bay, Turkey. In another study, Bayhan et al. (2009) were stated the same pattern with regards to age distribution. It was observed that in the studies conducted around Turkish coasts, the asymptotic length values were close, whereas, in the studies that revealed around Western Mediterranean (Teixeira et al., 2010; Garcia-Rodriguez and Esteban, 2000), the values were high. It may be a result of varied seawater characteristics stemmed from geographical differences. Besides, the fishing effort and the existence of sheltered areas may affect it. The comparison of the length-weight relationship parameters of *C. linguatula* was shown in Table 4. In previous studies, the b values were ranged between 2.82 and 3.45. It can be thought that this great difference is caused by the abundance of nutrients in the environment. Besides the stomach fullness at the time of fishing may be caused by this variation. As it is known, fish stomachs may explode due to squeezing in the trawl bags, and in this case, it cannot possible to measure true weight.

Table 3. Comparison of the von Bertalanffy growth parameters of *C. linguatula* with previous studies

Author (s)	Area	Sex	L_{∞}	Length	K	t_0	\emptyset
Stergiou et al., 1997	Middle Aegean Sea	M	22.9	TL	0.296	-0.46	2.19
		F	25.9	TL	0.257	-0.42	2.24
Garcia-Rodriguez and Esteban, 2000	From Gibraltar to Creus Cape	M	30	TL	0.25	-0.04	2.35
		F	33	TL	0.25	-0.16	2.43
Türker-Çakır et al., 2005	Edremit Bay	Both Sexes	25.3	TL	0.25	-1.68	2.2
Ulutürk, 2007	Izmir Bay	Both Sexes	27.4	TL	0.21	-1.64	2.2
Bayhan et al., 2009	Izmir Bay	Both Sexes	26.2	TL	0.3	-0.62	2.31
Teixeira et al., 2010	Portuguese Coasts	M	30.8	TL	0.15	-4.4	2.15
		F	30.2	TL	0.19	-3.4	2.24
Cengiz and Ismen, 2018	Saros Bay	M	21.7	TL	0.29	-1.96	2.14
		F	25.6	TL	0.24	-1.64	2.2
This study	Sea of Marmara	M	20.8	TL	0.56	-1.14	2.19
		F	23.44	TL	0.74	-0.09	2.38
		Both Sexes	26.1	TL	0.43	-0.63	2.61

The spawning period of *C. linguatula* was determined between September and December and its peak in November. The spawning period of *C. linguatula* was determined between August and November in the Western Mediterranean (Sabatés, 1988); on Autumn in Portuguese Coasts (Teixeira et al., 2010). In nearby areas, Kınacıgil et al. (2008) were determined that the highest GSI values between September and October in the Aegean Sea. Cengiz et al. (2014) were found the spawning season of *C. linguatula* between September and November in the northern Aegean Sea. The results that deal with the spawning period were consistent with the previous studies. It may be thought that *C. linguatula* is a strong autumn spawner.

Table 4. Comparison of length-weight relationships of *C. linguatula* with previous studies

Author	Area	Length-weight relationship parameters			
		Sex	a	b	R ²
Campillo, 1992	Adriatic Sea	M+F	0.011	2.87	
Dulčić and Kraljević, 1996	Eastern Adriatic	M+F	0.009	3.24	0.910
Merella et al., 1997	Balear Island, Spain	M+F	0.003	3.30	0.986
	Evvoikos, Greece	M+F	0.009	2.98	0.980
Stergiou and Moutopoulos, 2001	Evvoikos and Trikeri Strait, Greece	M+F	0.001	3.45	0.820
	Northern Aegean Sea, Greece	F	0.005	3.11	0.970
		M+F	0.005	3.12	0.980
Abdallah, 2002	Alexandria, Egypt	M+F	0.008	3.04	0.986
Santos et al., 2002	Algarve, Portugal	M+F	0.011	2.87	0.810
Borges et al., 2003	Algarve, Portugal	M+F	0.012	2.78	0.846
Mendes et al., 2004	Nazaré to St André, Portugal	M+F	0.004	3.21	0.747
Çiçek et al., 2006	Babadil Limam Bight, Turkey	M+F	0.006	3.08	0.979
Karakulak et al., 2006	Gökçeada Island	M+F	0.001	3.73	0.954
Sangun et al., 2007	Eastern Mediterranean, Turkey	M+F	0.011	2.82	0.980
Giacalone et al., 2010	Castellammare Bay, Italy	M+F	0.006	3.14	0.990
Demirel and Murat-Dalkara, 2012	Sea of Marmara, Turkey	M+F	0.029	2.83	0.915
Torres et al., 2012	Cadiz Bay, Spain	M+F	0.006	3.08	0.980
Moutopoulos et al., 2002	Korint Bay, Greece	M+F	0.007	3.01	0.962
This study	Sea of Marmara, Turkey	M	0.0043	3.21	0.97
		F	0.0041	3.21	0.98
		M+F	0.0047	3.17	0.98

Length at first maturity was determined as 17.6 cm TL for males and 16.7 cm TL for females. The previous results on length at first maturity was determined by Vassilopoulou and Papaconstantinou (1994) as 12.4 cm for males and 15.1 cm for females; by Kınacıgil et al. (2008) as 12.9 cm for males and 12.0 for females and by Cengiz et al. (2014) as 15 cm for males and 14 cm for females. In some studies, it was identified that male flatfish reach the length at first maturity earlier than females (Roff, 1982; Cengiz et al., 2014). This situation was observed in some studies for *C. linguatula* but was not observed in this study and Kınacıgil et al. (2008)'s study.

Consequently, the knowledge of growth parameters and reproduction biology of fish is a vital tool for evaluating the stock status in a given area. Due to its variable nature, these works should be determined for all species in all independent areas. It could complete the important missing parameters related to the biology of the *C. linguatula* in the Sea of Marmara and provide necessary information to fisheries authorities. And is considered to be the basis for the revision and amendment of regulations regarding the capture and sustainable production. Therefore, this study is thought to fill a gap in this sense.

CONCLUSION

The fisheries management authority can regulate minimum catch length according to L_{50} information if applicable. In Turkey, there is no valid knowledge of the first catch length of *C. linguatula*. According to our L_{50} results, the minimum catch length can be regulated as not less than 17 cm TL for each sex. The fishing mortality and exploitation rate results of this study showed that *C. linguatula* stock in the Sea of Marmara is not in great danger in terms of sustainability. The low values related to fishing mortality against high fishing pressure in the Sea of Marmara are remarkable. According to CPUE values due to distribution depths, *C. linguatula* is mostly distributed in deeper areas. Whereas beam trawls are generally fishing shallower depths than the distribution depths of *C. linguatula*. This situation may cause less exposure to high catch pressure.

Acknowledgement: This study was financially supported by TAGEM Project no: TAGEM/HAYSÜD/2014/05/01. The authors would like to thank the crew of Yalcınoglu Fishing

vessel and Murat ŞİRİN, Koray CABBAR, G. Erman UĞUR, Hasim İNCEOGLU, Habib BAL, Ahmet ÖKTENER, and Güzin GÜL for their help in the fieldwork.

REFERENCES

- Abdallah, M. (2002). Length-weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, Egypt. *Naga ICLARM Q*, 25 (1), 19-20.
- Bayhan, B., Sever, T.M., Taşkavak, E., & Taylan, B. (2009). Age and feeding habits of Atlantic spotted flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Pleuronectiformes) from central Aegean Sea of Turkey. *NorthWestern Journal of Zoology*, 5 (2), 330-337.
- Borges, T.C., Olim S., & Erzini, K. (2003). Weight-length relationship for fish species discarded in commercial fisheries of the Algarve (southern Portugal). *Journal of Applied Ichthyology*, 19 (6), 394-396.
- Campillo, A. (1992). *Les pêcheries françaises de Méditerranée: synthèse des connaissances*. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France. 206 p.
- Cengiz, Ö., İşmen, A., Özekinci, U., & Öztekin, A. (2012a). Saroz Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Kancağız Pisi balığı'nın, *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758), total boy-otolit boyu arasındaki ilişki. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 24 (3),: 68-76.
- Cengiz Ö., Özekinci U., İşmen A., & Öztekin A. (2012b). Saroz Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) benekli pisi balığı'nın, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) total boy-otolit boyu arasındaki ilişki. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28 (5), 429-434.
- Cengiz Ö., Özekinci U., İşmen A., & Öztekin A. (2013). Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 14 (1), 36-44.
- Cengiz, Ö., İşmen, A., & Özekinci, U. (2014). Reproductive biology of the spotted flounder, *Citharus linguatula* (Actinopterygii: Pleuronectiformes: Citharidae), from Saros Bay (northern Aegean Sea, Turkey). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44 (2), 123-129.
- Cengiz, Ö., & İşmen, A. (2018). Growth Parameters of Spotted Flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 8-16.
- Çakır, D.T., Bayhan, B., Hoşsucu, B., Ünlüoğlu, A., & Akalın, S. (2005). Some Parameters of the Population Biology of Spotted Flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) in Edremit Bay (North Aegean Sea). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 1013-1018.
- Cicek, E., Avsar, D., Yeldan, H., & Ozutok, M. (2006). Length-weight relationships for 31 teleost fishes caught by bottom trawl net in the Babadillimani Bight (northeastern Mediterranean). *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 290-292.
- de Juan, S., Thrush, S., & Demestre, M. (2006). Functional changes as indicator of trawling disturbance on a benthic community from a fishing ground (NW Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 334, 117-129.
- de Juan, S., Cartes, J.E., & Demestre, M. (2007). Effects of commercial trawling activities in the diet of the flat fish *Citharus linguatula* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) and the starfish *Astropecten irregularis* (Echinodermata: Asteroidea). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349, 152-169
- Demestre, M. (2006). *Response of benthic communities and sediment to different regimens of fishing disturbance in European coastal waters*, EU Project Final Report, ICM (CSIC), Barcelona.
- Demirel, N., & Murat-Dalkara, E. (2012). Weight-Length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36 (6), 785-791.
- Dulčić, J., & Kraljević, D. (1996). Weight-length relationship for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fisheries Research*, 28 (3), 243-251.
- Fischer, W., Bauchot, M.L., & Schneider, M. (1987). *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de Pêche 37. FAO, Rome. 1529 p.
- Garcia-Rodriguez, M., & Esteban, A. (2000). Contribution to the knowledge of *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Heterosomata) in the iberian Mediterranean. In Demersal resources in the Mediterranean. *IFREMER Actes des Colloques*, 26, 131-140.
- Giacalone, V.M., D'Anna, G., Badalamenti, F., & Pipitone, C. (2010). Weight-length relationships and condition factor trends for thirty-eight fish species in trawled and untrawled areas off the coast of northern Sicily (central Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 954-957.
- Gibson, R.N., & Ezzi, J.A. (1980). The biology of the scaldfish, *Arnoglossus laterna* (Walbaum) on the west coast of Scotland. *Journal of Fish Biology*, 17, 565-575.
- Karakulak, F.S., Erk, H., & Bilgin, B. (2006). Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 274- 278.

- Kınacıgil, H.T., İlkyaz, A.T., Metin, G., Ulaş, A., Soykan, O., Akyol, O., & Gurbet, R. (2008). Balıkçılık Yönetimi Açısından Ege Denizi Demersal Balık Stoklarının İlk Ürüne Boyları, Yaşları ve Büyüme Parametrelerinin Tespiti. Tubitak Projesi Sonuç Raporu (Proje No: 103Y132).
- Mendes, B., Fonseca, P., & Campos, A. (2004). Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 20, 355-361.
- Merella, P., Quetglas, A., Alemany, F., & Carbonell, A. (1997). Length-weight relationship of fishes and cephalopods from the Balearic Islands (western Mediterranean). *Naga ICLARM Q*, 20 (3/4), 66-68.
- Moutopoulos, D.K., & Stergiou, K.I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species of the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18 (3), 200-203.
- Nelson, J.S. (1994). *Fishes of the world*. Third edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Nielsen, J.G. (1981). *Citharidae*. In W Fischer, G Bianchi and WB. Scott (eds.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic; fishing areas 34, 47 (in part). Vol. 2, FAO, Rome.
- 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 water: a manual for use with programmable calculators*. The International Center for Living Aquatic Resources Management, Makati, Metro Manila, Philippines.
- Piñeiro, C., & Sainza, M. (2003). Age estimation, growth and maturity of the European hake, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science*, 60 (5), 1086-1102.
- Roff, D.A. (1982). Reproductive strategies in flatfish: a first synthesis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39 (12), 1686-1698. DOI: 10.1139/f82-225
- Sabatés, A. (1988). Larval development and spawning of *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in the western Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 10 (6), 1131-1140. DOI:10.1093/plankt/10.6.1131
- Sangun, L., Akamca, E., & Akar, M. (2007). Weight-length relationships for 39 fish species from the North-Eastern Mediterranean coast of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7, 37-40.
- Santos, M.N., Gaspar, M.B., Vasconcelos P., & Monteiro, C.C. (2002). Weight-length relationships for 50 selected fish species of the Algarve coast (southern Portugal). *Fisheries Research*, 59 (1-2), 289-295.
- Sokal, R.R., & Rohlf, F.L. (1987). *Introduction to biostatistics*. 2nd edn. Freeman, New York.
- Sparre, P. J. & Venema, S. C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part 1, Manual (Rev. 2). Rome, FAO Fisheries Technical Paper.
- Stergiou, K.I., Christou, E.D., Georgopoulous, D., Zenetos, A., & Souvermezoglou, C. (1997). *The Hellenic seas: physics, chemistry, biology and fisheries*. p. 415-538. In A.D. Ansell, R.N. Gibson and M. Barnes (eds.). Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, UCL Press.
- Stergiou, K.I., & Moutopoulos, D.K. (2001). A review of length-weight relationships of fishes from Greek marine waters. *Naga ICLARM Q*, 24(1&2), 23-39.
- Teixeira, C.M., Batista, M.I., & Cabral, H.N. (2010). Diet, growth and reproduction of four flatfishes on the Portuguese coast. *Scientia Marina*, 74 (2), 223-233. DOI: 10.3989/scimar.74n2223
- Torcu-Koç, H., Üstün, F., Erdoğan, Z., & Artüz, L. (2012). Species composition of benthic fish fauna in the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, DOI: 10.1111/j.1439-0426.2012.02037.x
- Torres, M.A., Ramos, F., & Sobrino, I. (2012). Length-weight relationships of 76 fish species from the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 127-128, 171-175.
- Tous, P., Sidibé, A., Mbye, E., de Morais, L., Camara, Y.H., Adeofe, T.A., Munroe, T., Camara, K., Cissoko, K., Djiman, R., Sagna, A., & Sylla, M. (2015). *Citharus linguatula*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2015: e.T198726A15540966. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T198726A15540966.en>. Downloaded on 28 September 2020.
- TUIK. (2018). Turkish Statistical Institute, Fisheries Statistics. Retrieved from http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005
- Türker-Çakır, D., Bayhan, B., Hoşsucu, B., Ünlüoğlu, A., & Akalın, S., (2005). Some parameters of the population biology of spotted flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) in Edremit Bay (north Aegean Sea). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (4), 1013-1018.
- Ulutürk, E. (2007). *Some biological features of spotted flounder Citharus linguatula (L., 1758) from Izmir Bay*. MSc Thesis, Ege University Faculty of Fisheries, Izmir, 63 pp.
- Vassilopoulou V., & Papaconstantinou C. 1994. Age, growth, mortality of the spotted flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, 58 (3), 261-267.
- Özekinci, U., Cengiz, Ö., İşmen, A., Altınağaç, U., & Ayaz, A. (2009). Length weight relationships of thirteen flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Saroz Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (9), 1800-1801.

Köyceğiz Lagünü'nden Avlanan Altınbaş (*Chelon auratus*) ve Mavri (*Chelon labrosus*) Kefallerinin Besin Kompozisyonu ve Yağ Asidi Profilinin Mevsimsel DeğişimiCansu METİN^{1*}, Yunus ALPARSLAN¹, Taçnur BAYGAR¹¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Muğla*Sorumlu Yazar: cansumetin@mu.edu.tr**Araştırma Makalesi**

Geliş 05 Ağustos 2020; Kabul 14 Aralık 2020; Basım 01 Haziran 2021.

Alıntı: Metin, C., Alparslan, Y. & Baygar, T. (2021). Köyceğiz Lagünü'nden avlanan Altınbaş (*Chelon auratus*) ve Mavri (*Chelon labrosus*) kefallerinin besin kompozisyonu ve yağ asidi profilinin mevsimsel değişimi. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 175-185. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.773796>**Özet**

Bu çalışmada, ülkemizde ekolojik ve ekonomik öneme sahip birkaç dalyandan biri olan Köyceğiz Dalyanı'ndaki Altınbaş (*Chelon auratus*) ve Mavri (*Chelon labrosus*) kefal türlerinin besinsel içerikleri aylık olarak incelenmiştir. Köyceğiz Dalyanı'na giren bu kefal türlerinin 12 ay boyunca protein, yağ, nem, kül ve yağ asidi olmak üzere besin kompozisyonu analizleri yapılmıştır. Bu sayede dalyandan kefal avlayarak satışı sunan DALKO kooperatifi için bu türlerin besin içeriği etiket bilgileri oluşturulmuştur.

Çalışma sonucunda Altınbaş kefal; Ocak, Şubat, Mart, Haziran, Temmuz, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında ve Mavri kefal; Ocak, Mart, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında temin edilmiştir. En yüksek protein miktarı Altınbaş kefal ve Mavri kefal için sırasıyla Eylül (%22,50) ve Ocak aylarında (%23,24); en yüksek yağ değerleri ise %4,46 ve %3,01 olmak üzere Temmuz ayında bulunmuştur. Yağ asidi kompozisyonu açısından her iki kefal türünde de doymuş yağ asitlerinden Miristik asit, Palmitik asit, Stearik asit; tekli doymamış yağ asitlerinden Palmitoleik asit, Oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinden Linoleik asit, Eikosatrienoik asit, Eikosapentaenoik asit (EPA) ve Dokosaheksaenoik asit (DHA) major yağ asitleri olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Köyceğiz Dalyanı, Kefal Balığı, Besin Kompozisyonu, Yağ asitleri**Nutrient Composition and Seasonal Change of Fatty Acid Profile of Golden Grey Mullet (*Chelon auratus*) and Thicklip Grey Mullet (*Chelon labrosus*) Mullets Caught from Köyceğiz Lagoon****Abstract**

In this study, the nutritional content of the mullet species Golden grey mullet (*Chelon auratus*) and Thicklip grey mullet (*Chelon labrosus*) in Köyceğiz Lagoon, which is one of the few ecologically and economically important in our country, was determined and the changes of these values depending on the months were examined. Nutritional composition analysis of protein, lipid, moisture, ash, and fatty acid was carried out for 12 months of these mullet species entering into Köyceğiz Lagoon. In this way, for the DALKO cooperative, which is selling mullet from the lagoon, the nutritional content label information of these species has been created.

As a result of the study, Golden grey mullet; in January, February, March, June, July, September, November, and December; Thicklip grey mullet in January, March, May, June, July, August, and September were supplied. It was found that the highest protein amount for Golden grey mullet and Thicklip grey mullet in September (22.50%) and January (23.24%); the highest oil values were found in July with 4.46% and 3.01% respectively. In terms of fatty acid composition, in both types of mullet, saturated fatty acids; Myristic acid, Palmitic acid, Stearic acid; monounsaturated fatty acids Palmitoleic acid, Oleic acid, polyunsaturated fatty acids; Linoleic acid, Eicosatrienoic acid, Eicosapentaenoic acid (EPA) and Docosahexaenoic acid (DHA) have been identified as major fatty acids.

Keywords: Köyceğiz Lagoon, Grey mullet, Nutritional composition, Fatty acids**GİRİŞ**

Su ürünleri iyi bir protein kaynağı olmasının yanı sıra A, B, D, E ve K gibi vitaminler, selenyum, fosfor, kalsiyum, demir, magnezyum gibi mineraller sayesinde insan sağlığına faydalı etkileriyle diğer etlerden daha üstün durumdadır (Yeltekin, 2012). Balık yağı; insan sağlığına olan yararlı etkileri ve büyüme ve gelişme için gerekli olan besin maddelerinden olan uzun zincirli omega-3 çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) içermesi nedeni ile son yıllarda gittikçe artan bir önem kazanmıştır (Uçak, 2018). Balıkları, et grubunda yer alan diğer besinlerden ayıran en önemli bileşeni şüphesiz uzun

zincirli çoklu doymamış yağ asitleridir ve balıklar bu yağ asitlerinin tek kaynağıdır (Yeltekin, 2012). Balık yağı ortalama olarak %20 doymuş, %80 doymamış yağ asidi içermektedir (Özalp, 2008). n3 ve n6 çoklu doymamış yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik (EPA, C20:5 n3), dokosaheksaenoik (DHA, C22:6 n3) ve araşidonik asit (C20:4 n6) önem arz etmektedir (Rabeh vd., 2015). Bu uzun zincirli yağ asitlerinden özellikle eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6n3), kardiyovasküler hastalıklar ve bazı kanser türleri riskini, depresyon, migren tipi baş ağrılarını azaltma, eklem romatizması, şeker hastalığı, yüksek kolesterol ve tansiyonu önleme ve vücut gelişimine katkı sağlama gibi insan sağlığına pek çok faydalı etkiden sorumlu olarak kabul edilmiştir (Achouri vd., 2018). Bu nedenle, son beslenme kurallarına göre, özellikle yağ asidi bileşimi nedeniyle sağlıklı bir diyet için haftada en az iki kez balık tüketimi önerilmektedir (Lena vd., 2016).

Balıkların besin değerlerini ve tüketim kalitesini sağlamak için mevsimsel olarak biyokimyasal açıdan değerlendirmeleri gereklidir (Norouzi ve Bagheri, 2015). Besin bileşimi, türlerin boyutuna, mevsime, bulunduğu coğrafyaya, habitata, cinsiyet, yaş ve doğal veya üretim balığı olmasına bağlı olarak türden türe, aynı türün bireylerine büyük ölçüde değişir (Syama Dayal vd., 2019).

Ekolojik olarak büyük önem taşıyan sulak alanlar ve lagünler, özel ekosistemler olup, birçok işlevsel görevler üstlenmektedir. Kara ve deniz arasında yer alan kıyusal lagünler, hem karasal hem de denizel faktörlerin etkisinde ve deniz suyu ile tatlı su ortamları arasındaki geçiş bölgeleridir (Acarlı vd., 2009). Köyceğiz Lagünü, 28,38 km kıyı şeridi uzunluğuna sahip, 32,8 km²'si denizel olmak üzere toplam yüzölçümü 461,5 km² ve deniz derinliği ise en fazla 100 m olmak üzere Muğla'nın Ortaca ilçesinde bulunan bir lagündür ve ülke ve bölge ekonomisine katma değer katan bir balıkçı kooperatifi olan Dalyan Su Ürünleri Kooperatifi (DALKO) tarafından kiralanmıştır. Köyceğiz Lagünü'nden avlanan en önemli ticari türlerden olan kefal balıkları Mugilidae familyasına aittir (Çayhan, 2009). Kefaller tropikal ve sub-tropikal bölgelerdeki tüm okyanuslar, nehirler ve acı sularda olmak üzere çok geniş bir dağılıma sahiptir (Syama Dayal vd., 2019). Köyceğiz Lagün kuzuluklarına giren balıkların %90'lık bölümünü kefal türleri oluşturmaktadır (Alparslan vd., 2017). Köyceğiz Dalyanı'ndaki başlıca kefal balığı türlerini *Mugil cephalus*, *Chelon auratus*, *Chelon labrosus*, *Chelon saliens* oluşturmaktadır. Köyceğiz Lagün balıkçılığı ile yapılan çalışmalarda lagüne giren temel kefal türleri arasında yaz mevsiminde yumurtlayan *Mugil cephalus* ve *Liza saliens* türleri ile kış mevsiminde yumurtlayan *Liza ramada*, *Liza aurata* ve *Chelon labrosus* türleri olduğu belirtilmektedir (Akin vd., 2005).

Kefal balıklarının besinsel içeriğinin çalışıldığı daha önceki çalışmalarda farklı bölgelerden avlanan *Liza parsia* (Syama Dayal vd., 2019); acısuda yetiştirilen *Mugil cephalus* ve *Liza parsia* (Syama Dayal vd., 2017), Mersin Körfezi'nden yakalanan *Liza ramada* (Kalay vd., 2008), Hindistan'ın Parangipattai kıyı sularından avlanan *Mugil cephalus*, (Kumaran vd., 2012), Nijerya'nın Cross River, deniz ile nehrin birleştiği yerde yakalanan, *Mugil cephalus* (Udo ve Arazu, 2012) gibi kefal balığı türlerinin besin kompozisyonları, yağ asidi, amino asit profili ve mineral içerikleri incelenmiştir. Altınbaş ve Mavri kefal türlerinin besin içeriğine sıklıkla rastlanmamakla birlikte; bu çalışmada bu türlerin besinsel kompozisyon ve yağ asidi profilinin belirlenerek mevsimsel olarak değişimi, bu sayede bu türlerin verimli olduğu ayların tespit edilip Dalyan Su Ürünleri Kooperatifi (DALKO)'ne bilgi sağlanarak tüketime teşvik edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada materyal olarak, çalışmanın yürütüldüğü Muğla ili sınırlarında bulunan Köyceğiz Dalyanı'ndan temin edilen kefal türlerinden (*Mugilidae*) Altınbaş kefal (*Chelon auratus*) ve Mavri kefal (*Chelon labrosus*) türleri kullanılmıştır. Örnekler, DALKO Balıkçılık Kooperatifi'nde bulunan kuzuluklardan Temmuz 2015 ile Haziran 2016 arasında 12 ay boyunca firma tarafından yakalanan balıklar arasından temin edilmiştir. Nisan ve Ekim aylarında kuzuluklara balık girmediğinden dolayı örnek temin edilememiştir. Her deneme grubu için aynı kefal türüne ait rastgele seçilmiş 30 adet balık kullanılmıştır. 20 adet balık tür tespiti, boy-ağırlık ölçümleri ve et verimi için, 10 adet balık ise analizler için kullanılmıştır. Çalışma bir yıl süresince dalyan balıkçılığının hasatına bağlı olarak her ay gerçekleştirilmiştir. Balıklar hiçbir kimyasal işlem uygulanmadan, 20 litrelik soğuk taşıma kabı içinde soğuk zincir şartlarına uygun bir şekilde, 2 saat içerisinde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarlarına getirilmiştir.

Yöntem

Örnekler laboratuvara getirildikten sonra tür-cinsiyet ayrımları yapılarak boy-ağırlık ve et verimi ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra uygun şartlarda laboratuvara getirilen her iki kefal türü için protein, yağ, nem, kül ve yağ asidi olmak üzere besin kompozisyonu analizleri uygulanmıştır. Her örnek grubu için yapılan analizler 3 paralelli olacak şekilde yapılmıştır.

Yapılan Analizler

Boy-Ağırlık-Yaş ve Et verimi

Balık örneklerinin total boy değerleri 1 mm sınıf aralığına sahip cetvel ile, total ağırlık ise 0,0001g hassasiyette hassas terazi ile ölçülmüştür. Vücut baş, yüzgeçler, iç organlar (dalak, sindirim kanalı, safra kesesi), karaciğer, böbrek, gonat ve net et ağırlıkları 0,01 g hassasiyetle tartılmıştır. Baş, yüzgeçler ve tüm iç organlar alındıktan sonra balıkların et ağırlıkları tartılarak ve bunun toplam vücut ağırlığına oranı, yenilebilir net et verimi olarak ifade edilmiştir (Erkoyuncu vd., 1994).

Besin İçeriği Analizleri

Ham protein analizleri AOAC (2006a, 984.13)'ye göre Kjeldahl metodu esas alınarak yapılmıştır. Homojen hale getirilen kefal örneklerine 420°C'de yakma işlemi uygulanarak distilasyon ünitesine aktarılmış, indikatör ilavesinden sonra 0,2 N HCl ile titre edilerek örneklerdeki protein miktarı hesaplanmıştır. Ham yağ analizinde Bligh ve Dyer (1959)'ın metodu esas alınarak kloroform+metanol ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Ham kül analizleri AOAC (2002, 920.153) yöntemine göre yapılmıştır. Bu analiz için örnekler kül fırını içerisinde porselen krozelerde 550°C'de tamamen kül haline gelinceye kadar 6 saat boyunca yakılmış ve desikatörde soğutulduktan sonra tartım işlemi yapılarak kül miktarı hesaplanmıştır. Örneklerin nem içeriği AOAC (2006b, 934.01) metodu esas alınarak belirlenmiştir. Homojenize balık etleri cam petri kaplarına tartılarak 105°C'lik etüv içerisinde alınıp 3 saat boyunca kurutularak son tartımları alındıktan sonra nem miktarı hesaplanmıştır.

Yağ Asidi Kompozisyonu Analizi

12 ay boyunca kefal örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu gaz kromatografisi-alev iyonlaştırıcı detektör (GC-FID) kullanılarak belirlenmiştir. Yağ örneklerinin temininde Bligh ve Dyer (1959) yöntemi kullanılmış ve elde edilen yağlar 4 ml 2 N potasyum hidroksit eklendikten sonra vorteks ile 1 dk karıştırılmış ve 2 ml isooktan eklenerek metillendirme işlemi yapılmıştır. Daha sonra vorteks ile 1 dk karıştırılmış ve +4°C'de 4 000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmı ependorf tüplerine alınarak gerekli olduğu durumda 1/3 oranında isooktan ile seyreltme uygulanmıştır (Ichihara vd., 1996). Örnekler GC cihazına verinceye kadar -85°C'de saklanmıştır. Metilesterlerine dönüştürülen yağ asitleri Agilent 7820 GC model gaz kromatografi cihazında FID detektörü ile HP-88 kapiler kolon (60 m, 0.25 mm ID ve 0.25 µm) kullanılarak analiz edilmiştir. Enjektör ve detektör sıcaklıkları sırasıyla önce 220°C sonra 280°C'ye ayarlanmıştır. Bu esnada fırın sıcaklığı 5 dakikada 140°C'de tutulmuştur. Sonrasında 200°C'ye kadar, her dakika 4°C artırılarak, 200°C'den 220°C'ye de her dakika 1°C artırılarak getirilmiştir. Örnek miktarı 1 µl olup, taşıyıcı gazı kontrolü 16 psi'de olması sağlanmıştır. Split uygulaması 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri standart 37 bileşenden oluşan FAME (Supelco) karışımının gelme zamanlarına bağlı olarak karşılaştırılmasıyla tanımlanmıştır. Aynı şekilde yapılan iki paralelli GC analiz sonuçları ± standart sapma değerleri ile % olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen veriler IBM SPSS Statistics 22 paket programı (SPSS, CHICAGO, IL, USA) kullanılarak bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farkın önemli olup olmadığı One-Way ANOVA kullanılarak belirlenip, önemli çıkan farkların hangi gruplar arasında olduğu Tukey çoklu karşılaştırma testi ile istatistiksel olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel önem seviyesi p<0,05 olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Boy/ağırlık ve et verimi bulguları

Altınbaş kefal türünün biyometrik analiz ve et verimi sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir. En küçük ve en büyük boy sırası ile; 26,2 cm (Haziran) ve 48,9 cm (Aralık), en düşük ve en yüksek ağırlık sırası ile; 121,58 g (Şubat) ve 1 005,16 g (Aralık) olarak tespit edilmiştir. Altınbaş kefal türünün et verimi erkek bireylerde dişi bireylere oranla daha yüksek bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerde en düşük et verimi sırasıyla %33,63 ve %35,04 iken, en yüksek et verimi ise sırasıyla %43,30 ve %43,59 olarak

belirlenmiştir. Dişi ve erkek bireylerin et verimi açısından aralarındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 1. Altınbaş kefal türünün ortalama boy/ağırlık ve et verimi değerleri

Aylar	Dişi Min/Max / Ort. boy (cm)	Erkek Min/Max/ Ort. ağırlık (g)	Et verimi (%)	
			Dişi	Erkek
Ocak	27,7/36,6/ 33,64±2,10	142,41/425,35/ 308,15±68,79	35,50±1,70 ^b	40,44±2,31 ^a
Şubat	27,0/38,4/ 33,02±2,94	121,58/399,6/ 267,55±74,00	38,25±3,18 ^b	42,25±3,38 ^a
Mart	27,4/36,5/ 31,81±3,22	129,13/338,51/ 226,57±68,26	41,57±4,04 ^a	41,84±0,05 ^a
Haziran	26,2/35,7/ 30,11±2,80	134,19/360,83/ 221,43±73,33	42,75±2,34 ^a	40,35±1,06 ^a
Temmuz	28,2/35,2/ 31,83±1,67	147,94/258,74/ 217,50±31,86	36,45±3,52 ^b	41,09±4,24 ^a
Eylül	26,6/35,4/ 30,69±2,46	117,89/330,52/ 209,14±57,18	43,30±5,64 ^a	43,59±1,26 ^a
Kasım	27,9/38,3/ 33,87±2,18	178,5/442,77/ 330,0±60,92	33,63±1,51 ^a	35,04±1,43 ^a
Aralık	27,7/48,9/ 34,59±4,62	145,21/1005,16/ 362,73±181,85	37,19±2,33 ^b	42,65±1,99 ^a

Ortalama±Std Sapma, Aynı sütunda üstsel olarak gösterilen küçük harfler aylara bağlı bireyler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0,05$).

Mavri kefal türünün biyometrik analiz ve et verimi sonuçları Tablo 2’de gösterilmiştir. En küçük ve en büyük boy sırası ile; 23,0 cm (Eylül) ve 42,5 cm (Haziran), en düşük ve en yüksek ağırlık ise sırası ile; 122,9 g (Eylül) ve 809,55 g (Haziran) olarak belirlenmiştir. Mavri kefal türünde dişilerde görülen et verimi erkeklere oranla daha yüksek bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerin et verimi açısından aralarındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Tablo 2. Mavri kefal türünün ortalama boy/ağırlık ve et verimi değerleri

Aylar	Dişi Min/Max / Ort. boy (cm)	Erkek Min/Max/ Ort. ağırlık (g)	Et verimi (%)	
			Dişi	Erkek
Ocak	25,5/30,5/ 28,09±1,97	137,53/259,61/ 206,96±44,51	52,79±1,49 ^a	51,65±2,73 ^a
Mart	24,5/27,6/ 26,24±1,59	130,11/183,4/ 157,77±26,71	47,00±3,06 ^a	45,92±1,15 ^a
Mayıs	29,8/35,1/ 32,28±1,44	258,22/452,13/ 339,29±42,61	50,16±1,17 ^a	49,03±1,38 ^a
Haziran	24,0/42,5/ 33,48±5,29	133,6/809,55/ 376,85±170,62	48,73±2,05 ^a	46,43±3,21 ^a
Temmuz	27,0/35,6/ 29,86±2,33	178,8/400,53/ 247,91±60,96	50,52±1,62 ^a	49,09±0,95 ^a
Ağustos	25,0/30,3/ 26,92±1,35	136,88/220,95/ 165,31±23,79	42,08±3,51 ^a	42,62±1,65 ^a
Eylül	23,0/40,7/ 31,20±4,55	122,9/639,8/ 276,48±133,66	49,56±1,70 ^a	47,32±4,53 ^a

Ortalama±Std Sapma, Aynı sütunda üstsel olarak gösterilen küçük harfler aylara bağlı bireyler arasındaki istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0,05$).

Besin kompozisyonu analiz sonuçları

Altınbaş kefal ve Mavri kefal türlerine ait besin içeriği analiz bulguları Tablo 3’te gösterilmiştir. Altınbaş kefal için en yüksek protein içeriği Eylül ayında (%22,50) belirlenmiştir ($p<0,05$). Aylara bağlı olarak protein miktarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yağ içeriği Haziran ve

Temmuz ayında (%3,14 ve %4,46) yüksek iken, Şubat ve Mart ayında (%1,25 ve %1,04) düşük bulunmuştur ($p<0,05$). En yüksek nem içeriği Şubat ve Mart ayında (%78,64) tespit edilmiştir ($p>0,05$). Kül miktarı ise en yüksek Eylül ayında (%2,07) belirlenmiştir ($p<0,05$). Yağ içeriği ile nem miktarı arasında ters bir orantı olduğu gözlenmiştir.

Mavri kefal için en yüksek protein içeriği Ocak ayında (%23,24) belirlenmiştir ($p<0,05$). Temmuz ayında alınan balıklarda yağ oranı (%3,01) yüksek iken, Ocak ayındaki balıklarda (%1,42) düşük bulunmuştur. Nem içeriği Temmuz ayında yağ içeriğine ters olarak diğer aylara oranla daha düşük (%74,84) bulunmuştur ($p<0,05$). Kül miktarı aylara bağlı olarak değişimler göstermiş ve en yüksek Mart ayında %1,77 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Aylara bağlı olarak Dalyan kuzuluklarından avlanan kefallerin besin kompozisyonu

Altınbaş kefal				
	Protein	Yağ	Nem	Kül
Ocak	19,47±0,06 ^{DE}	1,85±0,32 ^D	77,06±0,12 ^B	1,33±0,13 ^D
Şubat	18,80±0,28 ^E	1,25±0,7 ^E	78,64±0,13 ^A	1,57±0,15 ^B
Mart	20,39±0,35 ^C	1,04±0,17 ^F	78,64±0,06 ^A	1,34±0,08 ^D
Haziran	20,19±0,22 ^{CD}	3,14±0,44 ^B	75,56±0,40 ^C	1,55±0,07 ^B
Temmuz	21,99±0,16 ^B	4,46±0,28 ^A	74,47±0,38 ^D	1,40±0,07 ^C
Eylül	22,50±0,05 ^A	2,29±0,48 ^C	76,06±0,12 ^C	2,07±0,20 ^A
Kasım	15,78±0,87 ^F	2,51±0,27 ^C	74,95±0,27 ^D	1,29±0,04 ^D
Aralık	16,60±0,10 ^F	1,71±0,75 ^D	76,96±0,23 ^B	1,44±0,04 ^C
Mavri kefal				
	Protein	Yağ	Nem	Kül
Ocak	23,24±0,07 ^A	1,42±0,08 ^D	76,61±0,38 ^B	1,34±0,05 ^{CD}
Mart	19,90±0,60 ^E	1,52±0,25 ^D	76,47±0,19 ^B	1,77±0,11 ^A
Mayıs	20,25±0,40 ^D	2,29±0,31 ^B	76,10±0,14 ^C	1,23±0,02 ^E
Haziran	19,72±0,55 ^E	2,25±0,14 ^B	76,13±0,30 ^C	1,46±0,13 ^B
Temmuz	22,27±0,37 ^B	3,01±0,23 ^A	74,84±0,47 ^D	1,29±0,02 ^{DE}
Ağustos	21,69±0,54 ^C	1,52±0,22 ^D	76,69±0,89 ^B	1,63±0,33 ^A
Eylül	22,17±0,46 ^{BC}	2,10±0,63 ^C	77,78±0,39 ^A	1,49±0,08 ^B

Aynı satırda üssel olarak gösterilen büyük harfler aylar arasındaki istatistiksel farkı ($p<0,05$) göstermektedir.

Yağ asidi kompozisyonu analiz sonuçları

Aylara bağlı olarak Altınbaş kefal türüne ait yağ asidi kompozisyonu analiz bulguları Tablo 4'te gösterilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden Miristik, Palmitik ve Stearik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden Palmiteolitik, Oleik ve Cis-11-Eikosenoik asit, çoklu doymamış yağ asitlerinden ise Linoleik, Cis-8-11-14-Eikosatrienoik, EPA ve DHA major yağ asitleri olarak belirlenmiştir. EPA oranı Ocak ve Temmuz aylarında, DHA oranı ise Ocak, Şubat ve Mart aylarında diğer aylara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam doymuş yağ asitleri en yüksek Haziran ayında (%33,95), tekli doymamış yağ asitleri en yüksek Eylül ayında (%22,62) ve çoklu doymamış yağ asitleri en yüksek Mart ayında (%42,60) tespit edilmiştir. En yüksek n3/n6 oranı ise Haziran ayındaki (%2,67) balıklarda bulunmuştur.

Mavri kefal türüne ait yağ asidi kompozisyonu analiz bulguları Tablo 5'te gösterilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden Miristik, Palmitik ve Stearik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden palmiteolitik, oleik ve Cis-11-Eikosenoik asit, çoklu doymamış yağ asitlerinden ise Linoleik, Cis-8-11-14-Eikosatrienoik, EPA ve DHA major yağ asitleri olarak belirlenmiştir. EPA ve DHA miktarı Mart ayında diğer aylara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Toplam doymuş yağ asitleri en yüksek Ocak ayında (%33,67), tekli doymamış yağ asitleri en yüksek Eylül ayında (%28,50) ve çoklu doymamış yağ asitleri en yüksek Mart ayında (%32,01) tespit edilmiştir. En yüksek n3/n6 oranı ise Mayıs ayındaki (%3,72) balıklarda bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4. Altınbaş kefal türünün yağ asitleri kompozisyonu

Altınbaş kefal		Aylar								
Yağ asidi bileşenleri		Ocak	Şubat	Mart	Haziran	Temmuz	Eylül	Kasım	Aralık	
Undekanoik asit	C11:0	0,03	0,00	0,05	0,08	0,15	0,09	0,11	0,06	
Laurik asit	C12:0	0,19	0,10	0,16	0,62	0,48	0,30	0,35	0,19	
Tridekanoik asit	C13:0	0,06	0,08	0,07	0,08	0,14	0,15	0,19	0,07	
Miristik asit	C14:0	4,15±1,55 ^e	3,30±0,08 ^f	2,81±0,12 ^e	7,38±0,05 ^a	6,06±0,10 ^c	6,86±0,05 ^b	6,15±0,18 ^c	5,33±0,26 ^d	
Pentadekanoik asit	C15:0	0,28	0,31	0,37	0,65	0,47	0,44	0,50	0,41	
Palmitik asit	C16:0	14,94±7,60 ^f	16,19±0,38 ^c	17,46±0,17 ^d	19,41±0,08 ^b	20,04±0,08 ^a	20,26±0,15 ^a	18,51±0,24 ^{bc}	18,11±1,48 ^c	
Heptadekanoik asit	C17:0	0,19	0,28	0,36	0,44	0,34	0,34	0,39	0,37	
Steraik asit	C18:0	3,01±2,02 ^e	5,25±0,14 ^b	6,56±0,31 ^a	3,61±0,27	3,73±0,15 ^d	3,85±0,01 ^d	4,40±0,02 ^c	5,31±1,19 ^b	
Arşidik asit	C20:0	0,99	0,70	0,61	1,00	0,98	1,33	1,11	1,09	
Behenik asit	C22:0	0,62	0,53	0,47	0,42	0,29	0,38	0,48	0,52	
Trikosanoik asit	C23:0	0,16	0,11	0,11	0,13	0,13	0,18	0,18	0,16	
Lignoserik asit	C24:0	0,13	0,30	0,29	0,14	0,15	0,15	0,10	0,22	
	Σ Doymuş	24,74^e	27,15^f	29,30^c	33,95^b	32,96^c	34,32^a	32,48^c	31,86^d	
Miristeloik asit	C14:1	0,07	0,07	0,05	0,12	0,08	0,07	0,06	0,06	
Cis-10-Pentadekanoik asit	C15:1	0,05	0,17	0,03	0,08	0,06	0,05	0,07	0,05	
Palmiteloik asit	C16:1	11,97±0,70 ^c	7,55±0,61 ^e	5,91±0,25 ^f	9,95±0,20	12,28±0,46 ^b	13,79±0,05 ^a	12,12±0,21 ^{bc}	10,59±1,31 ^d	
Cis-10-Heptadekanoik asit	C17:1	0,21	0,65	0,19	0,23	0,22	0,21	0,22	0,10	
Trans-Oleik asit	C18:n9t	0,14	0,10	0,12	0,26	0,17	0,15	0,17	0,14	
Oleik asit	C18:1n9c	7,94±0,67 ^a	6,44±0,07 ^d	6,72±0,29 ^c	7,11±0,02 ^b	7,66±0,13 ^a	6,79±0,16 ^c	6,78±0,13 ^c	5,99±0,19 ^e	
Cis-11-Eikosanoik asit	C20:1n9	1,41±0,14 ^{bc}	0,94±0,01 ^d	0,87±0,02 ^d	1,50±0,03 ^a	1,47±0 ^{ab}	1,56±0,02 ^a	1,51±0,09 ^a	1,34±0,15 ^c	
Erusik asit	C22:1n9	0,09	0,13	0,18	0,09	0,10	0,11	0,19	0,23	
	Σ Tekli Doymamış	21,79^b	15,93^f	13,89^e	19,24^d	21,95^b	22,62^a	20,92^c	18,26^e	
Trans-Linoleik asit	C18:2n6t	0,16	0,21	0,30	0,21	0,16	0,17	0,22	0,23	
Linoleik asit	C18:2n6c	3,86±0,46 ^a	2,86±0,03 ^{bc}	2,62±0,08 ^c	3,01±0,05 ^{cd}	3,38±0,05	3,81±0 ^a	3,62±0,02 ^{ab}	3,53±0,30 ^b	
Gamma-Linoleik asit	C18:3n6	0,16	0,05	0,08	0,11	0,13	0,13	0,15	0,14	
Alfa-Linoleik asit	C18:3n3	0,60	0,48	0,56	0,53	0,53	0,48	0,47	0,46	
Cis-11-14-Eikosadienoik asit	C20:2	0,37	0,27	0,36	0,27	0,32	0,27	0,20	0,30	
Cis-8-11-14-Eikosatrienoik asit	C20:3n6	6,43±1,65 ^b	7,48±0,28 ^a	7,65±0,12 ^a	4,26±0,15 ^d	3,58±0,12 ^c	3,84±0,11 ^c	5,22±0,09 ^c	5,58±0,42 ^c	
Cis -11-14-17- Eikosatrienoik asit	C20:3n3	0,14	0,10	0,15	0,17	0,16	0,18	0,15	0,14	
Araşidonik asit	C20:4n6	0,95	0,71	0,62	0,80	0,73	0,84	0,81	0,83	
Cis-13-16-Dokosadienoik asit	C22:2	1,29	0,97	0,72	0,56	0,69	0,68	0,56	0,58	
Cis-5-8-11-14-17-Eikosapentanoik asit	C20:5n3	7,26±0,13 ^a	6,58±0,01 ^c	5,41±0,05 ^c	6,96±0,01 ^b	7,25±0,01 ^a	5,89±0,11 ^d	6,58±0,01 ^c	6,64±0,01 ^c	
Dokosahegzaenoik asit	C22:6n3	18,43±3,94 ^c	22,90±1,29 ^b	23,98±0,61 ^a	12,59±0,37 ^e	12,34±0,22 ^c	10,55±0,16 ^f	12,59±0,48 ^c	15,41±0,10 ^d	
	Σ Çoklu Doymamış	39,66^b	39,66^b	42,60^a	42,44^a	29,47^d	29,28^d	26,85^c	33,85^c	
	Σ n3	20,47^d	26,44^b	30,06^a	30,10^a	20,24^d	20,28^d	17,11^c	22,65^c	
	Σ n6	11,56^a	11,56^a	11,31^a	11,26^a	8,40^c	7,99^d	8,80^c	10,31^b	
	n3/n6	1,77^d	2,29^c	2,66^a	2,67^a	2,41^{bc}	2,54^{ab}	1,94^d	2,20^c	
	Tanımsız	14,34	14,02	14,10	17,13	15,64	16,04	14,34	14,02	

*Veriler üzerinde gösterilen küçük harfler aylar arasındaki istatistiksel farkı (p<0,05) göstermektedir.

Tablo 5. Mavri kefal türünün yağ asitleri kompozisyonu

Mavri kefal		Aylar						
Yağ asidi bileşenleri		Ocak	Mart	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Undekanoik asit	C11:0	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,04	0,00
Laurik asit	C12:0	0,06	0,08	0,36	0,07	0,12	0,07	0,04
Tridekanoik asit	C13:0	0,02	0,03	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04
Miristik asit	C14:0	3,48±0,42 ^d	3,99±0,82 ^c	5,44±0,91 ^a	4,01±0,11 ^c	3,74±0,16 ^{cd}	4,96±0,07 ^b	4,69±0,01 ^b
Pentadekanoik asit	C15:0	0,62	0,85	0,69	0,45	0,50	0,49	0,34
Palmitik asit	C16:0	21,86±1,51 ^b	20,36±0,86 ^d	21,09±1,09 ^c	22,05±0,14 ^b	20,49±0,54 ^d	20,06±0,45 ^e	22,37±0,17 ^a
Heptadekanoik asit	C17:0	0,64	0,62	0,33	0,28	0,45	0,39	0,27
Steraik asit	C18:0	5,56±0,06 ^a	4,82±0,43 ^b	3,40±0,13 ^d	3,55±0,01 ^d	3,66±0,01 ^d	4,26±0,08 ^c	3,07±0,09 ^e
Arşidik asit	C20:0	0,78	0,73	0,67	0,96	0,74	0,88	1,06
Behenik asit	C22:0	0,29	0,23	0,19	0,23	0,20	0,26	0,24
Trikosanoik asit	C23:0	0,18	0,17	0,18	0,17	0,15	0,21	0,23
Lignoserik asit	C24:0	0,19	0,20	0,13	0,15	0,16	0,20	0,16
ΣDoymuş		33,67^a	32,08^c	32,57^b	31,97^c	30,27^d	31,85^c	32,52^b
Miristeloik asit	C14:1	0,08	0,09	0,11	0,08	0,09	0,09	0,09
Cis-10-Pentadekanoik asit	C15:1	0,06	0,08	0,09	0,05	0,05	0,08	0,05
Palmiteloik asit	C16:1	10,72±0,70 ^e	11,94±1,63 ^d	13,17±0,96 ^c	15,64±0,54 ^b	10,89±0,49 ^e	11,64±0,43 ^d	16,39±0,01 ^a
Cis-10-Heptadekanoik asit	C17:1	0,16	0,59	0,16	0,07	0,07	0,07	0,04
Trans-Oleik asit	C18:n9t	0,29	0,11	0,33	0,55	0,28	0,31	0,78
Oleik asit	C18:1n9c	5,26±0,06 ^c	5,04±0,05 ^t	7,20±0,16 ^c	6,88±0,20 ^d	9,41±0,08 ^a	7,73±0,19 ^b	7,79±0,00 ^b
Cis-11-Eikosenoik asit	C20:1n9	1,31±0,06	0,85±0,05	1,70±0,04	2,45±0,06	2,05±0,11	1,76±0,16	3,37±0,05
Erusik asit	C22:1n9	0,07	0,05	0,05	0,10	0,07	0,13	0,11
ΣTekli Doymamış		17,90^f	18,70^e	22,76^c	25,72^b	22,84^e	21,69^d	28,50^a
Trans-Linoleik asit	C18:2n6t	0,24	0,18	0,14	0,47	0,21	0,22	0,09
Linoleik asit	C18:2n6c	2,08±0,05 ^{cd}	1,73±0,09 ^e	1,98±0,01 ^d	2,10±0,06 ^c	3,62±0,10 ^a	2,96±0,06 ^b	3,48±0,01 ^a
Gamma-Linoleik asit	C18:3n6	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	0,12	0,10
Alfa-Linoleik asit	C18:3n3	0,41	0,40	0,38	0,39	0,52	0,47	0,40
Cis-11-14-Eikosadienoik asit	C20:2	0,25	0,20	0,21	0,07	0,45	0,07	0,18
Cis-8-11-14-Eikosatrienoik asit	C20:3n6	5,45±0,30 ^a	4,61±0,64 ^b	3,07±0,29 ^c	3,43±0,08 ^{cd}	3,69±0,22 ^c	4,78±0,10 ^b	3,26±0,04 ^d
Cis-11-14-17-Eikosatrienoik asit	C20:3n3	0,06	0,06	0,16	0,10	0,14	0,14	0,13
Araşidonik asit	C20:4n6	0,33	0,38	0,41	0,40	0,46	0,40	0,42
Cis-13-16-Dokosadienoik asit	C22:2	0,47	0,52	0,61	0,52	0,58	0,63	0,61
Cis-5-8-11-14-17-Eikosapentanoik asit	C20:5n3	10,13±0,05 ^c	11,82±0,04 ^a	11,13±0,06 ^b	10,08±0,00 ^c	9,27±0,01 ^d	9,17±0,02 ^d	8,68±0,02 ^e
Dokosahegzaenoik asit	C22:6n3	11,86±1,08 ^a	12,02±1,79 ^a	9,58±1,12 ^c	9,20±0,46 ^d	10,78±1,19 ^b	9,59±0,84 ^c	5,52±0,02 ^e
ΣÇoklu Doymamış		31,41^b	32,01^a	27,78^c	26,86^f	29,83^c	28,56^d	22,87^e
Σn3		22,46^b	24,30^a	21,24^f	19,77^e	20,72^d	19,37^f	14,74^e
Σn6		8,22^a	6,99^d	5,71^f	6,50^e	8,08^b	8,49^a	7,34^c
n3/n6		2,73^d	3,48^b	3,72^a	3,04^e	2,57^d	2,28^c	2,01^f
Tanımsız		16,96	17,00	16,97	15,03	17,00	17,28	15,92

*Veriler üzerinde gösterilen küçük harfler aylar arasındaki istatistiksel farkı (p<0,05) göstermektedir.

TARTIŞMA

Boy-Ağırlık-Yaş ve Et Verimi Analiz Sonuçları

Köyceğiz Dalyan kuzuluklarından avlanan Altınbaş kefal türünün en düşük/yüksek boy ve ağırlıklarının sırasıyla 26,2/48,9 cm ve 121,58/1 005,16 g arasında olduğu tespit edilmiştir. Altınbaş kefal türünün et verimi erkek bireylerde dişi bireylere oranla daha yüksek bulunmuştur. Dişi ve erkek bireylerde en düşük et verimi sırasıyla %33,63 ve %35,04 iken, en yüksek et verimi ise sırasıyla %43,30 ve %43,59 olarak belirlenmiştir. Mavri kefal türünün ise en düşük/yüksek boy ve ağırlık sırasıyla 23,0 cm/42,5 cm ve 122,9 g /809,55 g arasında olduğu, olduğu gözlenmiştir. Mavri kefal türünde dişilerde görülen et verimi erkeklerle oranla daha yüksek bulunmuştur. Dişi bireylerde en düşük/yüksek et verimi %40,14/%52,56, erkek bireylerde ise bu oran %41,04/%50,80 olarak belirlenmiştir.

Balıklarda et verimi, balığın türüne, cinsiyetine, yaşına, üreme mevsimine, beslenme durumuna, avlandığı sıradaki mide içeriğine göre değişmektedir. Özellikle dişi balıklarda yumurtlama zamanı yumurtalar vücut ağırlığının %30-40'ını oluşturur ve et verimi bu durumda çok düşüktür (Gülyavuz ve Ünüsayın, 1999). Başçınar ve Okumuş (2005) üreme döneminde balıkların gonad oluşturmaları nedeniyle et verimlerinin ve et kalitelerinin düştüğünü, Karadeniz'de pelajik olarak av veren diğer türlere göre Pasifik kefalinin et verimindeki düşüklüğün temel nedeni bu olduğu bildirmişlerdir. Çalışmamızda Mavri kefal türünün et verimi Altınbaş kefalet göre daha yüksek bulunmuştur.

Acarlı vd. (2009) Homa lagününde yaptıkları araştırmada *C. auratus* ve *C. labrosus* türünün min/max boy aralığını sırasıyla 22,0-34,0 cm ve 28,1-33,5 cm olarak belirlemişlerdir. Hoşsucu (2001)'de Güllük Lagünü'ndeki kefal popülasyonlarının bazı büyüme özelliklerini ortaya koyduğu çalışmasında *L. saliens* için ortalama boy ve ağırlığın 25,3 cm ile 151,5 g, yaş dağılımının 2-6 arasında olduğunu, *C. labrosus* için de ortalama boy ve ağırlığın 25,3 cm ile 151,5 g, yaş dağılımının ise 2-6 arasında olduğunu tespit etmiştir. Çalışma sonuçlarımız diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında boy ve yaş dağılımları arasında benzerlik görülürken, ağırlıklar arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Farklılığın kullanılan av araçlarının, av mevsiminin, balığın olgunluk durumu, yakalandıkları bölgenin coğrafik durumu ve besin ortamındaki değişikliklerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Besin kompozisyonu analiz sonuçları

Su ürünleri, içerdiği besin bileşenleri yönünden en değerli besin maddesidir. Protein oranının çok yüksek olması, doğada bulunan hemen hemen tüm aminoasitleri bulundurması, vitamin yönünden zengin olması, biyolojik değerinin yüksek olması su ürünlerini değerli kılmaktadır. Su ürünleri etinin bileşiminin ana maddesi su, yağ ve proteindir. Balık eti genel olarak; %66-84 su, %14-20 protein (MEGEP, 2011a), %0,1-22 yağ, %0,8-2,0 mineral madde ve %0,1-3 glikojen içerir (Özalp, 2008). Yağ oranları balığın türüne, cinsiyetine, yaşına, mevsime, beslenme durumuna ve yaşadığı ortama bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Yağ asitleri profilini %20 doymuş ve %80 tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır (MEGEP, 2011a).

Altınbaş kefal türüne ait protein içeriği %15,78 ile %22,50 arasında belirlenmiştir. Yağ içeriği Haziran ve Temmuz ayında (%3,14 ve %4,46) yüksek iken, Şubat ve Mart ayında (%1,25 ve %1,04) düşük bulunmuştur. En yüksek nem içeriği Şubat ve Mart ayında (%78,64) tespit edilmiştir. Kül miktarı ise en yüksek %2,07 en düşük %1,29 olarak belirlenmiştir. Mavri kefal türüne ait besin protein içeriği en düşük %19,72 ve en yüksek %23,24 olarak belirlenmiştir. Temmuz ayında alınan balıklarda yağ oranı %3,01, Ocak ayındaki balıklarda %1,42 olarak bulunmuştur. Nem içeriği Temmuz ayında yağ içeriğine ters olarak diğer aylara oranla daha düşük (%74,84) bulunmuştur. Kül miktarı aylara bağlı olarak değişimler göstermiş ve %1,23 ile %1,77 arasında tespit edilmiştir. Tüm kefal türlerinin yağ içeriği ile nem miktarı arasında ters bir orantı olduğu gözlenmiştir. Khitouni vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada Tunus kıyılarından avlanan *Chelon aurata* türünün su içeriğinin erkeklerde %64,86-77,68, dişilerde %63,77-77,89 aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Yıllık yağ içeriği, protein ve kül ortalamasını ise sırasıyla erkek ve dişide %4,58 ve %5,09; %19,93 ve %20,20; %1,56 ve %1,59 olarak bildirmişlerdir. Ben Khemis vd. (2019) ise İtalya ve İran'da denizden avlanan *Liza aurata*'nın yağ miktarlarını sırasıyla; %5,9 ve %9,3; Tunustan avlanan tatlısu ve denizlerden avlanan *Chelon labrosus*'un yağ miktarını sırasıyla; %4,9 ve %1,8, nem miktarını %56,0 ve %63,0 olarak bildirmişlerdir. Jo vd. (2019) tuzlanmış ve yarı kurutulmuş kefal balığının (*Chelon haematocheilus*) fizikokimyasal ve besinsel parametrelerini inceledikleri çalışmasında taze balıkta nem, kül, yağ ve protein miktarını sırasıyla; %79,18, %1,45, %1,74 ve %14,11 olarak belirlemiştir. Protein değerleri çalışmamızda elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur.

Altınbaş kefal ve Mavri kefal türlerine ait yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde doymuş yağ asitlerinden Miristik, Palmitik ve Stearik asit, tekli doymamış yağ asitlerinden Palmiteolitik, oleik ve Cis-11-Eikosenoik asit, çoklu doymamış yağ asitlerinden ise linoleik, Cis-8-11-14-Eikosatrienoik, EPA ve DHA major element olarak belirlenmiştir. Aylara bağlı olarak Altınbaş kefalın EPA oranı Ocak ve Temmuz aylarında, DHA oranı ise Ocak, Şubat ve Mart aylarında diğer aylara göre daha yüksek bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asitleri %24,74 ile 33,95, tekli doymamış yağ asitleri %13,89 ile 22,62 ve çoklu doymamış yağ asitleri %26,85 ile 42,60 arasında değişim göstermiştir. n3/n6 oranı ise Haziran ayındaki (%2,67) balıklarda yüksek bulunmuştur. Aylara göre Mavri kefal türünün EPA ve DHA miktarı (%11,82 ve 12,02) Mart ayında diğer aylara göre daha yüksek bulunmuştur. Toplam doymuş yağ asitleri %30,27 ile 33,67, tekli doymamış yağ asitleri %17,90 ile 28,50, çoklu doymamış yağ asitleri %22,87 ile 32,01 ve n3/n6 oranı ise %2,01 ile 3,72 arasında tespit edilmiştir.

Khitouni vd. (2014)'nin yaptıkları çalışmada Tunus kıyılarından avlanan *Chelon aurata* türünde çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinde Eikosapentaenoik asit (EPA) (C20:5) ve Dokosaheksaenoik asitlerin (DHA) (C22:6) majör, Linoleik asit (C18:2), Linolenik asit (C18:3), Araşidonik asit (C20:4) ve Dokosapentaenoik asitlerin (C22:5) ise minör olarak yer aldığı bildirilmiştir. Doymuş yağ asitleri olarak %20,03-30,98 aralığında Palmitik asitin (C16:0) ve tekli doymamış yağ asitleri olarak da Oleik asitin (C18:1) dominant olduğunu tespit etmişlerdir. Kamdem vd. (2008)'nin *L. ramada*, *L. aurata* ve *L. saliens* türlerinin bazı güvenlik indeksleri (patojenik mikrobiyal türler ve ağır metal ve biyojenik amin konsantrasyonlarının varlığını) ve besin içeriklerini (yüzde bileşimi ve yağ asidi profili) belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; yağ asitleri açısından türler incelendiğinde doymuş yağ asitlerinden Palmitik asiti (C16:0) *L. saliens* için %13,27, *L. aurata* için %13,56; tekli doymamış yağ asitlerinden Palmitoleik asiti (C16:1 n-7) *L. saliens* için %19,48, *L. aurata* için %25,38 olarak belirlemişlerdir. Çoklu doymamış yağ asitleri için *L. aurata* ve *L. saliens*'i karşılaştırdıkların da n3/n6 oranının *L. saliens* türünde 3 kat daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan farklı bir çalışmada Akdeniz kıyı lagünündeki avlanan *Liza saliens* için doymuş, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarı sırasıyla %43,5, 33,7, 22,8; EPA ve DHA değerleri ise %4,9 ve 2,4 olarak tespit edilmiştir (Koussoroplis vd., 2011). Rabeih vd. (2015)'nin balık yetiştirme çiftliğinden alınan canlı *Chelon labrosus* türlerinin deniz suyundan tatlı suya geçirilmesi ile besin kompozisyonu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada *Chelon labrosus* türünün dominant yağ asitlerini C14:0 (Miristik asit), C16:0 (Palmitik asit), C18:0 (Stearik asit), C18:1n9 (Oleik asit), C18:2n6 (Linoleik asit), C18:3n6 (y-linolenik asit), C18:3n3 (alfa-linolenik asit), C20:5n3 (Eikosapentaenoik asit) ve C22:6n3 (Dokosaheksaenoik asit) olarak belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kefal türlerinin özellikle üreme dönemlerinde protein, yağ ve yağ asitleri içerikleri önemli derecede yüksek bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarla besin kompozisyonu açısından benzerlikler görülmüştür. Erdem vd. (2006), Sinop kıyılarından avlanan Pasifik Kefali filetolarında besin içeriklerinin dağılımı üzerine yaptıkları çalışmada protein miktarının, balığın yaşama bölgesi, üreme mevsimi, beslenme ve aynı türün farklı bireyleri arasında değişiklik gösterdiğini yapılan analizlerle ortaya koymuşlardır. Çalışmamızdaki protein, yağ ve yağ asitleri içeriğindeki yüksekliğin balıkların üreme dönemine, avlanma bölgesine, yaş, besin ortamı farklılığı ve coğrafik farklılıklardan olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Köyceğiz Dalyan kuzuluklarında Altınbaş kefal ve Mavri kefal olmak üzere iki kefal türünün besin kompozisyonu ve yağ asitleri profili mevsimsel olarak çalışılmıştır. Özellikle üreme döneminde et verimi açısından dişi balıkların et veriminin erkek balıklarinkine oranla daha yüksek bulunduğu görülmüştür. Besin içeriği ve yağ asidi kompozisyonu kefal türlerinde avlama mevsimine, üreme dönemine ve balığın yaşına göre farklılıklar göstermiştir. Özellikle üreme dönemlerinde balıklar hem yağ hem de yağ asidi kompozisyonu özellikle EPA ve DHA bakımından zengin olduğu, bu dönemlerin dışında da et verimlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Kefal türlerinin et veriminin diğer deniz balıklarına oranla daha düşük bulunması özellikle bu tür balıkların pul ve kemik gibi atıklarının değerlendirilmesi ile yeni bir iş sahası oluşturabileceği, ayrıca kefal ile çalışacak akademisyenler için de atık değerlendirilmesi konusunda yeni projelerin gerekli duyulduğu tavsiye edilmektedir. Köyceğiz Dalyanı ile ilgili olan bu çalışmada elde edilen verilerin DALKO kooperatifi tarafından kullanılması sonucunda işletmenin taze ürün satışında ve kefallerin en uygun olduğu zamanlarda fiska ve mumlu

havyar üretiminde kullanmalarında önemli bir veri oluşturacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu kooperatifin daha iyi şartlara getirilmesi ile ülke ekonomisine vereceği katkılar daha da artacaktır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK 1002 Projesi kapsamında Proje No: 115O839 ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK birimine ve tür tayini ve biyometrik ölçümler için Hasan Cerim'e, laboratuvarında gerçekleştirilen analizlerdeki yardımlarından dolayı Hatice H. Yapıcı, Zerrin Ekşi ve Ümran Ateş'e teşekkürlerimizi bir borç bilimiz.

KAYNAKLAR

- Acarlı, D., Kara, A., Bayhan, B., & Çoker, T. (2009). Homa Lagünü'nden (İzmir Körfezi, Ege Denizi) yakalanan türlerin av kompozisyonu ve av verimi. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(1), 39–47.
- Achouri, N., Kharrat, N., Smichi, N., Miled, N., Gargouri, Y., & Fendri, A. (2018). Nutritional properties, oxidative stability, and in vitro digestibility of oils extracted from muscles of wild and breeding eels (*Anguilla anguilla*). *Journal of Food Processing and Preservation*, 42:e13519.
- Akın, S., Buhan, E., Winemiller, K.O., & Yılmaz, H. (2005). Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoone Estuary, and Turkey: Spatial temporal distribution patterns in relation to environmental variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64, 671–684.
- Alparslan, Y., Metin, C., Hasanhocaoglu Yapıcı, H., & Baygar, T. (2017). Köyceğiz Lagünü'nden avlanan farklı kefal (*Mugilidae*) türlerinin duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 3(4), 160-170.
- AOAC (2002). Ash content. In Official Methods of Analysis, 17th Ed., Assoc. of Official Analytical Chemist, Method 920.153, Gaithersburg, Maryland.
- AOAC (2006a). Crude protein in meat. In Official methods of analysis (17th ed.) 984.13. Gaithersburg, Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (2006b). Moisture content. Official method 934.01. Official Methods of Analysis (17th ed.). Gaithersburg: Maryland (USA): Association of Official Analytical Chemists.
- Başçınar, N., & Okumuş, İ. (2005). Body weight-carcass and body weight-head ratio relationships of Pacific mullet (*Mugil so-iuy* Basilevsky) ages I-VII (in Turkish). *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3(4), 539-544.
- Ben Khemis, I., Hamza, N., & Sadok, S. (2019). Nutritional quality of the fresh and processed grey mullet (*Mugilidae*) products: a short review including data concerning fish from freshwater. *Aquatic Living Resources*, 32(2), 1-11.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- Çayhan, G.G. (2009). Doğu Akdeniz'den avlanan kefal (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) balığının aroma-aktif bileşikleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 53s.
- Erkoyuncu, İ., Erdem, M., Samsun, O., Özdamar, E., & Kaya, Y. (1994). Karadeniz'de avlanan bazı balık türlerinin et verimi, kimyasal yapısı ve boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 8(1-2), 181-191.
- Gülyavuz, H., & Ünlüsayın, M. (1999). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Ders Kitabı. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, 366 s.
- Ichihara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535–539.
- Jo, H.G., Kim, M.J., Moon, B.Y., Sin, Y.S., & Lee, K.S. (2019). Physicochemical, nutritional, and quality parameters of salted semidried mullet (*Chelon haematocheilus*) prepared with different processing methods. *Food Science & Nutrition*, 7, 4045–4062.
- Kamdem, S.S., Vernocchi, P., Maffei, M., Belletti, N., Gardini, F., Guerzoni, M.E., & Lanciotti, R. (2008). Assessment of safety, nutritional, and spoilage characteristics of different lagoon grey mullets (*Liza ramada*, *Liza aurata*, and *Liza saliens*). *Journal of Food Protection*, 71(12), 2572-2577.
- Kalay, M., Sangün, M. K., Ayas, D., & Göçer, M. (2008). Chemical composition and some trace element levels of Thinlip Mullet, *Liza ramada* caught from Mersin Gulf. *Ekoloji*, 17(68), 11-16.
- Khitouni, I.K., Mihoubi, N.B., Bouain, A. & Rebah, F.B. (2014). Seasonal variations in proximate and fatty acid composition of golden grey mullet *Liza aurata* (R, 1810) from the Tunisian coast. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 2(7), 273–280.
- Koussoroplis, A., Bec, A., Perga, M., Koutrakis, E., Bourdier, G., & Desvilettes. C. (2011). Fatty acid transfer in the food web of a coastal Mediterranean lagoon: Evidence for high arachidonic acid retention in fish. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91, 450-461.
- Kumaran, R., Ravi, V., Gunalan, B., Murugan, S., & Sundramanickam, A. (2012). Estimation of proximate, amino acids, fatty and mineral composition of mullet (*Mugil cephalus*) of Parangipettai Southeast Coast of India. *Advances in Applied Science Research*, 3(4), 2015-2019.

- Lena, G. D., Navigato, T., Rampacci, M., Casini, I., Caproni, R., & Orban, E. (2016). Proximate composition and lipid profile of red mullet (*Mullus barbatus*) from two sites of the Tyrrhenian and Adriatic seas (Italy): A seasonal differentiation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 45, 121–129.
- MEGEP (2011a). Su ürünleri ve işletmeleri. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Çevre Sağlığı, Ankara, s.4.
- Norouzi, M., & Bagheri, M. (2015). The chemical composition of golden grey mullet *Liza aurata* in southern Caspian Sea during sexual rest and sexual ripeness. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, International Journal of the Bioflux Society*, 8(4), 517-525.
- Özalp, B. (2008). Bazı su ürünlerinin bileşimi ve değişik teknolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Rabeh, I., Telahigue, K., Boussoufa, D., Besbes, R., & El Cafsi, M. (2015). Comparative analysis of fatty acids profiles in muscle and liver of Tunisian thick lipped grey mullet *Chelon labrosus* reared in seawater and freshwater. *Journal of the Tunisian Chemical Society*, 17, 95-104.
- Syama Dayal, J., Ambasankar, K., Jannathulla, R., Kumuraguruvasagam, K.P., Kailasam, M., & Vijayan, K.K. (2017). Polyculture of mullets in brackishwater using compounded feed: proximate and mineral profiles in comparison with wild mullets. *Indian Journal of Fisheries*, 64(4), 50-57.
- Syama Dayal, J., Ambasankar, K., Jannathulla, R., Kumuraguruvasagam, K. P., & Kailasam, M. (2019). Nutrient and fatty acid composition of cultured and wild caught gold-spot mullet *Liza parsia* (Hamilton, 1822). *Indian Journal of Fisheries*, 66(2), 62-70.
- Uçak, İ. (2018). Propolis ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık yağında lipid oksidasyonu düzeyinin belirlenmesi. *Gıda*, 43(3), 523-532.
- Udo, P.J., & Arazu, V.N. (2012). Nutritive Value of *Ethmalosa fimbrata* (Clupeidae), *Mugil cephalus* (Mugilidae) and *Cynoglossus senegalensis* (Cynoglossidae) of the Cross River Estuary, Nigeria, West Africa. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(7), 526-530.
- Yeltekin, A.Ç. (2012). Alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) yağ asiti ve önemi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 118-123.

Biometrics Characters, Length-Weight Relationships and Genetic Properties of Damselfish, *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Pomacentridae) from the Black SeaMehmet AYDIN¹, Rafet Çağrı ÖZTÜRK^{2*}¹Ordu University, Faculty of Marine Science, Ordu, Turkey^{2*}Karadeniz Technical University, Faculty of Marine Science, Trabzon, Turkey*Sorumlu Yazar: rafetcagriozturk@gmail.com**Research Article**

Received 31 August 2020; Accepted 30 January 2021; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Aydın, M., & Öztürk, R. Ç. (2021). Biometrics characters, length-weight relationships and genetic properties of damselfish, *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Pomacentridae) from the Black Sea. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 186-194. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.788314>**Abstract**

The damselfish *Chromis chromis* is typically the most common fish species in the rocky shores of the Mediterranean Sea and the Black Sea. Despite having no commercial value, *C. chromis* was considered as a key species for the rocky littoral environment. In this study, the biometric properties and length-weight relationships were examined in 112 specimens of *C. chromis* sampled from the Black Sea in 2018. Fifteen morphometric and six meristic characteristics were measured. We also used a molecular approach employing mitochondrial genes (16S rRNA and COI) for the first time to further characterize *C. chromis* specimens collected from the Black Sea. Morphometric and meristic characters of male and female specimens were similar and there were no differences between sexes. The average length and weight were calculated as 99.54 ± 11.49 mm (72.0-115.1) and 18.35 ± 5.95 g (5.96-26.56), respectively. The length-weight relationship was calculated as $W = 0.0127TL^{3.117}$ ($R^2 = 0.834$) and the growth indicates a positive allometric growth ($b > 3$). 16S rRNA and COI partial sequences analysis indicated a close genetic relationship with *C. chromis* specimens from the Aegean Sea and the Mediterranean Sea.

Keywords: *Chromis chromis*, morphometric and meristic characteristics, mtDNA**Karadeniz'de Yayılım Gösteren Papaz balığının, *Chromis chromis*, Biyometrik Karakterleri, Boy-Ağırlık İlişkisi ve Genetik Özelliklerinin Belirlenmesi**

Papaz balığı, *Chromis chromis*, Akdeniz ve Karadeniz'in kayalık kıyılarında görülen en yaygın balık türlerinden bir tanesidir. Ticari bir değeri olmayan *C. chromis*, kayalık litoral bölge için önemli bir türdür. Bu çalışmada, 2018 yılında Karadeniz'den örneklenen 112 *C. chromis* örneğinin biyometrik özellikleri ve boy-ağırlık ilişkisi incelenmiştir. Bu amaçla toplam 15 morfolojik ve 6 meristik karakter ölçümü yapılmıştır. Ayrıca *C. chromis* örneklerinin mtDNA'larının 16S rRNA ve COI gen bölgeleri analiz edilerek tür genetik olarak da karakterize edilmiştir. Çalışma sonunda ölçülen erkek ve dişi bireylerin morfolojik ve meristik karakterlerin benzer olduğu ve istatistiksel olarak cinsiyetler arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Balıkların ortalama boy ve ağırlıkları sırasıyla $99,54 \pm 11,49$ mm (72,0-115,1) ve $18,35 \pm 5,95$ g (5,96-26,56) olarak ölçülmüştür. Balıkların boy-ağırlık ilişkisi $W=0.0127 [TL]^{3.117}$ ($R^2=0.8341$) olarak hesaplanmış ve pozitif algoritmik büyüme ($b > 3$) tespit edilmiştir. 16S rRNA ve COI gen bölgelerinin kısmi analizi sonucunda Karadeniz'deki örneklerin Ege ve Akdeniz'deki örnekler arasında genetik benzerlik olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Chromis chromis*, morfolojik ve meristik karakter, mtDNA**INTRODUCTION**

Genus *Chromis* is globally distributed in temperate and tropical waters and represented with 100 species (Cooper, Smith, & Westneat, 2009; Quenouille, Bermingham, & Planes, 2004; Tang, 2001). The damselfish *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) is among the most common species of the genus *Chromis* in the eastern Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea (Domingues, Bucciarelli, Almada, & Bernardi, 2005), and the Black Sea (Bilecenoglu, Kaya, Cihangir, & Çiçek, 2014) which inhabits rocky reefs of shallow waters in small flocks (Jardas, 1996). It is also reported as the most abundant fish species in the rocky littoral environment of the Mediterranean Sea (Pinnegar, 2018).

C. chromis reach sexual maturity at 6.8-7.3 cm (Total length) and fecundity increases with the age (Dulcic & Kraljevic, 1994). Age, growth (Dulcic & Kraljevic, 1995), sex-ratio, and body condition (Bracciali, Piovano, Sarà, & Giacoma, 2014) were previously described. The absence of sexual dimorphism was reported in most of the species of genus *Chromis* (Calado, Olivotto, Oliver, & Holt,

2017) and spawning takes place in summer (Dulcic & Kraljevic, 1994). Despite having no commercial value, *C. chromis* is represented as a key species in a rocky littoral environment (Pinnegar, 2018). Previous studies suggested *C. chromis* as an indicator species for human disturbances (Bracciali, Campobello, Giacoma, & Sarà, 2012), sewage contamination (Azzurro et al., 2010), and fishing pressure on other species (Kruschel, Schultz, Bakran-Petricioli, & Petricioli, 2012; Pinnegar, 2018). Due to their ecological importance, *C. chromis* was subjected to numerous scientific investigations including biology of the species (Dulcic, 2005; Dulcic & Kraljevic, 1995), morphologic characterizations (Dulcic, 2005; Kapiris & Klaoudatos, 2011), and phylogenetic studies (Cooper et al., 2009; Domingues et al., 2005). However, there are no studies except the faunal studies (Bilecenoglu et al., 2014) in the Black Sea. In this study, morphometric, meristic, and mtDNA-based genetic characters of *C. chromis* were characterized. This study is important for being the first genetic characterization study carried out in the Black Sea.

MATERIAL and METHODS

A total of 112 *C. chromis* specimens (59 female and 53 male) from the southeastern Black Sea (Coasts of Ordu) (Figure 1) were morphologically and genetically analyzed. *C. chromis* specimens were monthly sampled from discard fish caught by commercial trammel nets between January and December 2018.

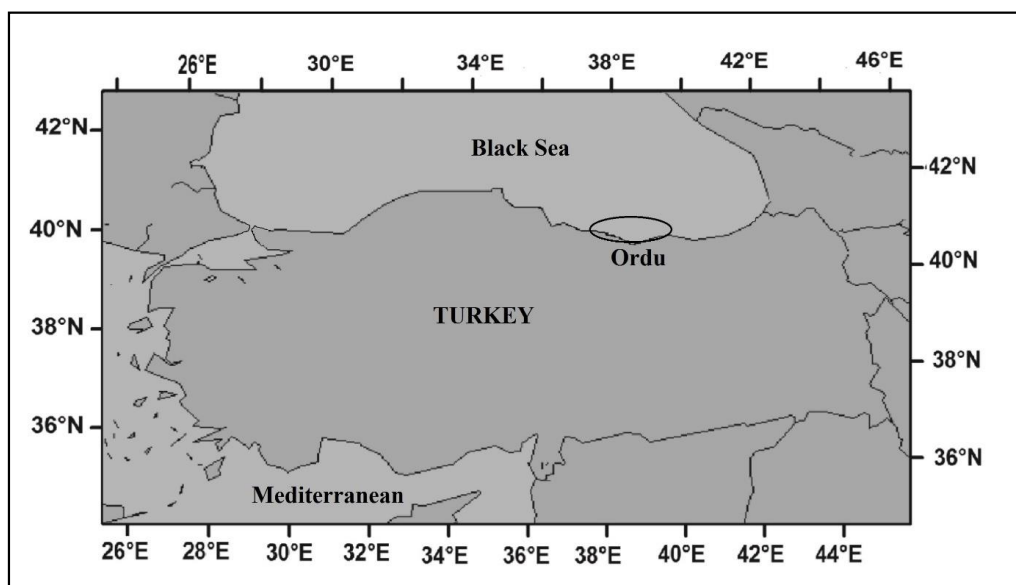


Figure 1. Sampling area of *C. chromis* in the Black Sea

All length measurements were made using a digital compass with 0.01 mm sensitivity and weight measurements were taken with an electronic scale with a sensitivity of 0.01 g. Forty-four specimens of different sizes were used for metric and meristic measurements and these measurements were performed while fish were fresh. There were no differences in metric and meristic characters between sexes. Therefore, morphometric characters were measured without separating sex. All morphometric characters used in this study are schematically presented in Figure 2.

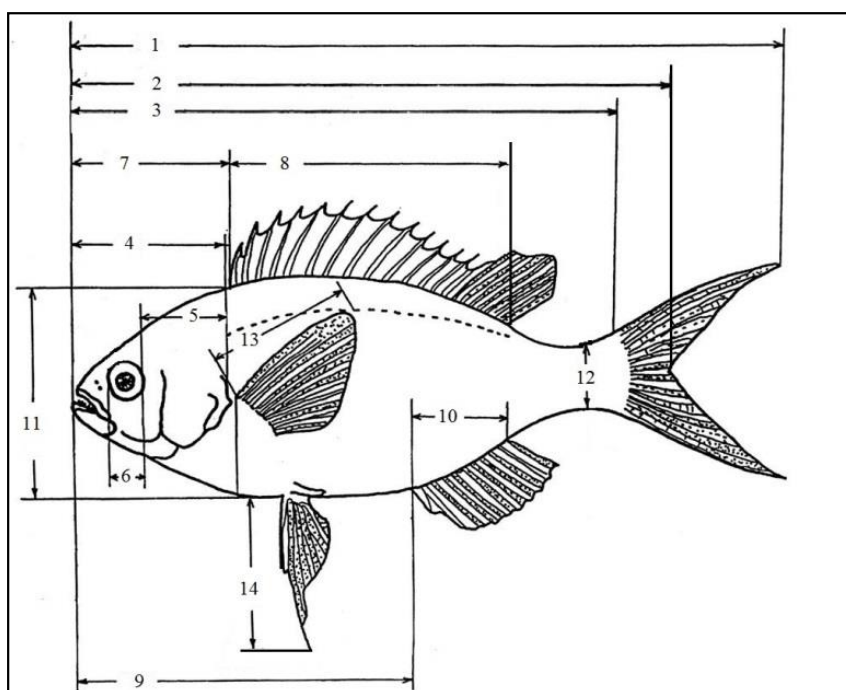


Figure 2. Overview of the morphometric measurements used in this study (modified from Dulcic, 2005) (1: total length, 2: fork length, 3: standard length, 4: head length, 5: post orbital length, 6: eye diameter, 7: predorsal fin distance, 8: dorsal fin base length, 9: preanal fin distance, 10: anal fin base length, 11: body depth, 12: minimal caudal peduncle depth, 13: pectoral fin length, 14: ventral fin length).

Total length and weight relations were calculated according to the exponential equation $W = aTL^b$, where W is the total weight of the fish (g), TL is the total length (mm), a and b are the parameters of the equation (Bagenal & Tesch, 1978). The t-test employed to test whether the slopes (b) were significantly different from 3, indicating the growth type: isometric ($b=3$), positive allometric ($b>3$), or negative allometric ($b<3$) (Pauly, 1986).

Molecular Identification and Characterization

Molecular identification and characterization of the *C. chromis* specimens ($n=5$) were conducted using universal primer sets that amplify the 16S rRNA and COI gene region of the mitochondrial DNA. Genomic DNA was extracted from fin tissue using Wizard SV Genomic DNA Purification Kit (Promega, USA) according to the manufacturer's instructions. PCR amplification was performed using WizPure Pfu 2x Master Mix (Wizbiosolutions, Korea) in a total volume of 25 μ l containing 12.5 μ l 2X PCR Master Mix, 1 μ M of each primer, 100 ng template DNA, and water. The universal primers of 16sbr-H (5'- CCG GTC TGA ACT CAG ATC ACG T -3') and 16sar-L (5'-CGC CTG TTT ATC AAA AAC AT-3') (Palumbi, 1996) were used to amplify the 16S rRNA gene. The PCR protocol is as follows; Initial denaturation at 95 °C for 5 min followed by 35 cycles of denaturation at 95°C for 30s, annealing at 54°C for 30s, extension at 72°C for 30 s followed by a final extension at 72°C for 5 min. The universal primers of FishF1 (5'- TCA ACC AAC CAC AAA GAC ATT GGC AC-3') and FishR2 (5'-ACT TCA GGG TGA CCG AAG AAT CAG AA -3') (Ward et al. 2005) were used to amplify cytochrome c oxidase subunit 1 (COI) gene. The PCR protocol is as follows; Initial denaturation at 95°C for 5 min followed by 35 cycles of denaturation at 95°C for 30s, annealing at 49°C for 40s, extension at 72°C for 40 s followed by a final extension at 72°C for 5 min. PCR products were visualized on 1% agarose gel and sequenced on ABI PRISM 3730x1 genetic analyzer (Applied biosystem) using BigDye Terminator 3.1 cycle sequencing kit at Macrogen Inc.

Generated raw sequences were trimmed and aligned using ClustalW algorithm (Thompson, Higgins, & Gibson, 1994) in BioEdit v. 7.0.5.3 (Hall, 1999). Reference 16S rRNA sequence data for *Chromis chromis* (EF489733, EF489734, EF489735, EF489731, EF489732, FJ616425), *C. atrilobata*

(EF489728, EF489729, EF489730), *C. multilineata* (EF489727), *C. fumea* (KC767733), *C. albicauda* (KC767731), *C. xanthura* (JF457405), and *C. mirationis* (KF957467); reference COI sequence data for *Chromis chromis* (KT003887, KF564300), *Chromis cadenati* (CQ341589), *Chromis alta* (GU440280), *Chromis degruyi* (EU358588), *Chromis earina* (AB689677), and *Chromis bowesi* (MH170487) were obtained from NCBI GenBank database. *Altrichthys curatus* (COI: KY963993; 16S rRNA: FJ616408) and *Acanthochromis polyacanthus* (COI: KP194731; 16S rRNA: FJ616407) were selected as outgroups. Genetic distances were calculated in MEGA X (Kumar et al. 2018) using the Kimura two-parameter model (K2P) (Kimura, 1980) with 1000 bootstrap replications. The best fit nucleotide substitution model was determined based on the Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC). Phylogenetic trees were generated with the maximum likelihood method using Kimura 2 parameter with 5000 randomized bootstrap iterations.

RESULTS

There was no difference in terms of morphometric and meristic characters between male and female specimens. Thus, morphological data were analyzed as a whole. The mean length of 112 specimens in the study was determined as 99.54 ± 11.49 mm (min: 72.0–max: 115.1 mm) and the average weight was determined as 18.35 ± 5.95 g (min: 5.96–max: 26.56 g). Detailed morphometric characteristics and measurements were given in Table 1.

Standard length/total length ratio (TL%) was calculated as $74.83 \pm 1.38\%$ (min: 72.58–max: 78). The ratio between head length and standard length is $29.51 \pm 0.83\%$ (min: 28.26–max: 31.29). Almost 90% of the 112 specimens consist of individuals within the length group of 9–10 cm (Figure 3).

Table 1. Some metric and meristic properties of *C. chromis* from the Black Sea.

Measurements	Number	Mean±SE	Minimum	Maximum	TL%
Total length (mm)	44	99.85 ± 9.14	72.00	115.10	---
Fork length (mm)	44	82.85 ± 7.62	57.38	95.29	82.98
Standard length (mm)	44	74.57 ± 6.65	53.60	83.93	74.77
Weight (g)	44	18.23 ± 4.92	5.96	26.56	18.43
Body depth (mm)	44	31.54 ± 4.59	21.00	38.66	32.37
Head length (mm)	44	21.66 ± 2.12	15.58	25.59	22.08
Post orbital length (mm)	44	9.51 ± 1.15	5.83	11.58	9.66
Eye diameter (mm)	44	7.39 ± 1.06	4.71	8.80	7.49
Predorsal fin distance (mm)	44	28.69 ± 2.45	21.18	31.78	28.69
Dorsal fin base length (mm)	44	41.79 ± 4.59	28.19	49.21	41.94
Preanal fin distance (mm)	44	49.09 ± 5.51	35.13	55.78	49.43
Anal fin base length (mm)	44	14.76 ± 1.61	11.75	19.21	15.10
Minimal caudal peduncle depth (mm)	44	10.02 ± 0.97	7.26	11.55	10.08
Pectoral fin length (mm)	44	22.62 ± 2.82	16.66	28.31	23.10
Ventral fin length (mm)	44	22.13 ± 2.47	15.96	26.95	22.52
Meristic characters					
Dorsal fin	XIV/9-10				
Anal fin	II/9-11				
Pectoral	17				
Ventral	I/5				
Caudal	23				
Lateral line	26				

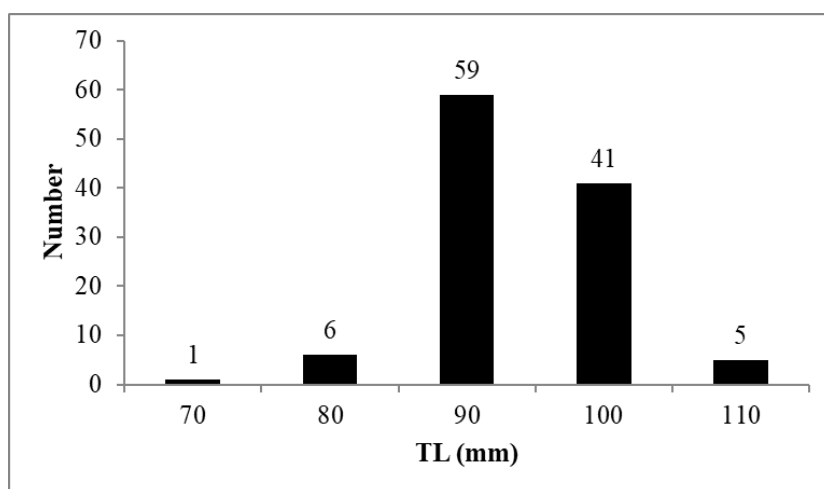


Figure 3. Length frequency distribution of *C. chromis* from the Black Sea

The TL-W relationship between the sampled individuals was presented in Figure 4. The “b” value in this study indicated a positive allometric growth ($b=3.12$) ($p<0.05$) (Table 2).

Table 1. Regression parameters of the TL-W relationship ($W=aTL^b$) of *C. chromis* from the Black Sea

N	a	b	SE(b)	CI(b)	R ²	Pauly t-test	P
112	0.0127	3.1172	0.132	2.854-3.379	0.8341	t = 0.884	P<0.05

N: number, a and b: intercept and slope of the regression line SE: standard error, R²: coefficient of determination, CI: 95% confidence interval

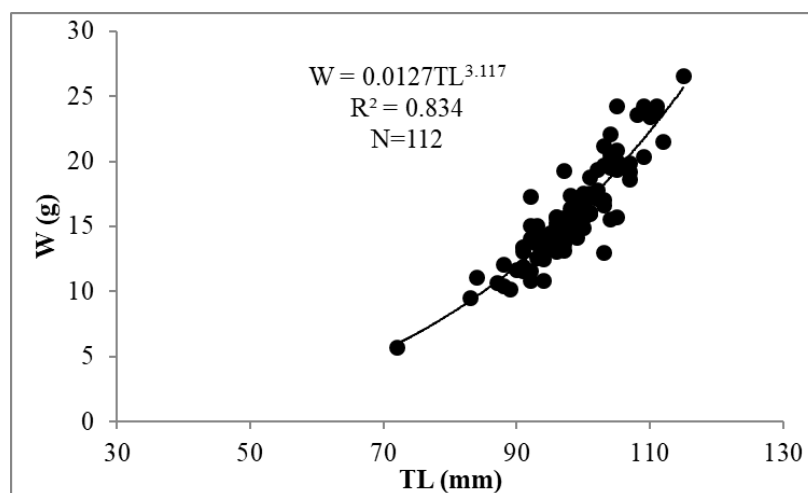


Figure 4. Length-weight relationship of *C. chromis* from the Black Sea

Molecular Identification and Characterization

DNA extracted from each specimen were successfully amplified, sequenced, and analyzed. Generated COI (a single haplotype) and 16S rRNA sequences (two haplotypes; H1 and H2) were submitted to GenBank database (accession numbers: MN401300, MN401301 and MN528744) Sequences of partial COI and 16S rRNA genes were 606 and 587 bp long, respectively. BLAST provided a species match with higher than 99% sequence similarity for 16S rRNA gene, 99.83% and 100 % sequence similarity for COI gene. Neighbor-joining trees generated based on 16S rRNA and

COI sequences produced well-defined clusters with available reference sequences (Figure 5-6). Specimens were clustered with reference taxa in the same manner as the BLAST results. Analysis of 606 bp of COI sequences showed that our specimens are closely related to *C. chromis* sampled from the Adriatic Sea and the Levantine Sea with low genetic distance ($d=0.001$). On the other hand, analysis of 516 bp of 16S rRNA sequences revealed that genetic distance between our specimens and *C. chromis* specimens sampled from Aegean and the Tyrrhenian Sea is lower than 0.002.

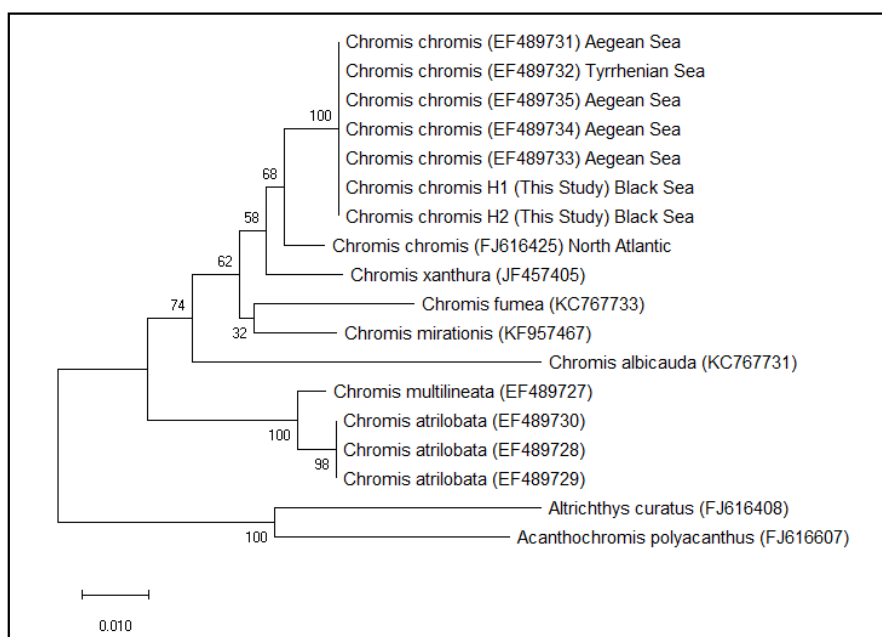


Figure 5. Neighbor-joining tree constructed by the 16S rRNA sequences of *C. chromis* with reference sequences of specimens belonging to genus *Chromis* and outgroups.

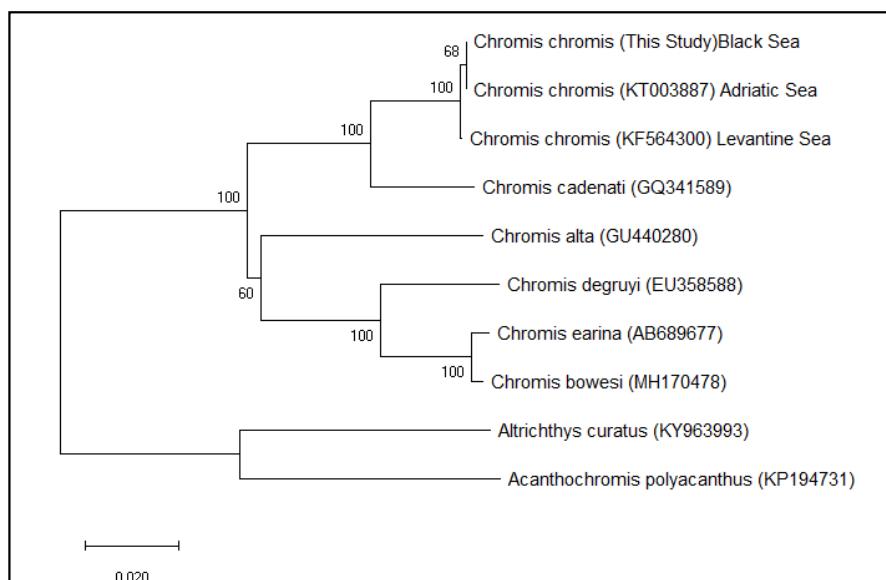


Figure 1. Neighbor-joining tree constructed by the COI sequences of *C. chromis* with reference sequences of specimens belonging to genus *Chromis* and outgroups

DISCUSSION

In the present study, biometric properties and mtDNA based genetic characters of *C. chromis* sampled from the southern Black Sea were determined. The damselfish population of the sampled region is relatively homogeneous and morphological characters appeared to be similar between sexes. The total length of the specimens was varied between 72 mm and 115 mm with an average length of 99.54 ± 11.49 mm. Similarly, Dulcic (2005) reported similar length and weight data for *C. chromis* population in the Adriatic Sea. Whereas Duka and Shevchenko (1980) carried out the study on the morphology of *C. chromis* in which the length and weight range of the species was given as 61–120 mm, 3.0–27.0 g for the Mediterranean Sea population and 7–100 mm and 6.0–17.7 g for the Black Sea population. The mean standard length of males and females of the *C. chromis* sampled from the central Mediterranean Sea were reported as 66.5 mm and 62.3 mm, respectively (Bracciali et al., 2014). Dulcic and Kraljevic (1995) determined the length ranges of 40 mm–134 mm, the weight ranges of 3.24 g–40.21 g in the Adriatic Sea. In this study, length and weight values were measured as 72.0–115.1 mm and 5.96–26.56, respectively. According to the results obtained in this study, it can be said that the Black Sea population composes of comparatively smaller individuals. Ecological differences, environmental conditions, and nutritional differences in the environment might be one of the reasons behind morphological differences. The “b” values (3.08 - 3.12) calculated by Dulcic and Kraljevic (1995) and “b” value obtained in this study ($b = 3.11$) were similar. Positive allometric growth was found in both studies. Duka and Shevchenko (1980) calculated this value as 2.945 in the Mediterranean Sea and 2.867 in the Black Sea and they stated that there is an isometric growth. These differences are also closely related to gender, length, age, and reproductive period. *C. chromis* reach sexual maturity at 68–73 mm in length. In the present study, the length of individuals ranged from 72 mm to 115.1 mm. Therefore, it can be said that analyzed specimens in the present study were possibly sexually mature.

The ratio between total and standard length was found as 75.0–76.9% in the Azores (Re & Gomes, 1982) and 72.58–75.83% in the Adriatic Sea (Dulcic, 2005). Similarly, the ratio between total and standard length was determined as 74.77% in this study. Based on these ratios (body proportions), both studies have similar values. The ratio between head length/standard length is calculated as 30.0–32.5% by Banarescu (1964), as 27–27.4% by Duka and Shevchenko (1980), 30.17–34.06% by Dulcic (2005). In this study, this ratio was found similar (29.53). In several studies, meristic characters were found as D XIV / 10, A II / 10, P 17, V I / 5 (Dulcic, 2005), D XIV / 9–11, A II / 10–11 (Svetovidov, 1964), D XIV / 10–11 and A II / 10–12, P17, V I / 5 (Bini, 1967), D XIV / 10, A II / 10, P 18 (Arruda, 1977) and, D XIII–XIV / 10–11, A II / 10–11 by (Quingnard & Pras, 1986). The meristic characters of the *C. chromis* analyzed in the present study were compared with data generated in previous studies (Table 3).

Table 3. Meristic characters of damselfish from the Adriatic, Mediterranean, and Black Seas

Author	Dorsal fin	Anal fin	Pectoral	Ventral	Lateral line	Location
Dulcic, (2005)	XIV / 10	II / 10	17	I / 5	27	Adriatic
Bini, (1967)	XIV/10-11	II/10-12	17	I/5	24-30	Mediterranean
Tortonese, (1975)	XIV/10-11	II/10-12			18-19	Mediterranean
Wood, (1977)	XIV/10	II/10	18(17)		19	Mediterranean
Arruda, (1977)	XIV / 10	II / 10	18	---	25	Mediterranean
Quingnard & Pras, (1986)	XIII-XIV/ 10-11	II/10-11			24-30	Mediterranean
Banarescu, (1964)	XIV/9-10	II/10-11	I/15-16	I/5	26-29	Black Sea
Svetovidov, (1964)	XIV/9-11	II/10-11	---	---	19	Black Sea
This study	XIV/9-10	II/9-11	17	I/5	26	Black Sea

Chromis is a diverse genus of Pomacentridae represented more than 100 species. Systematic status and genetic diversification of damselfish including genus *Chromis* are well documented (Cooper et al., 2009; Hubert et al. 2011). *C. chromis* is the only representative species of the genus *Chromis* in the Black Sea and only a handful of genetic studies are available for the species worldwide. In the present study, *C. chromis* sampled from the Southeastern Black Sea were genetically characterized based on two mtDNA gene regions. *C. chromis* specimens sampled from the Black Sea appeared to be closely related to *C. chromis* specimens sampled from the Aegean Sea, the Levantine Sea, the Tyrrhenian Sea, and the Adriatic Sea. This pattern is congruent with the phenotypic similarity found among different

geographic locations. Phylogenetic analyses indicate that genus *Chromis* is polyphyletic consisting of 2 major clades. Domingues et al. (2005) evaluated population structure and gene flow in *C. chromis* within the Mediterranean basin. While high levels of gene flow were detected between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea, gene flow between eastern and western Mediterranean Sea was comparatively lower. Whereas lack of genetic divergence between the Black Sea specimens and available reference sequences from different parts of the Mediterranean Sea, including the Aegean Sea and the Levantine Sea, indicates genetic homogeneity and possible gene flow between populations. It is worth mentioning that the reference 16S rRNA and COI sequences of *C. chromis* are limited which restricts location-based genetic comparisons. Despite being one of the most abundant fish species, there is no study on the biology or genetic properties of *C. chromis* in the Black Sea possibly for not being economically valuable. This study is important for being the first study focused on the length-weight relationship, biometric, and genetics properties of the Black Sea *C. chromis* population. 16S rRNA and COI sequence data were generated for the first time from the Black Sea which would be useful for the population and phylogenetic studies.

REFERENCES

- Arruda, L. M. (1977). Morphological comparisons between the Mediterranean and northeastern Atlantic populations of *Chromis chromis* L. (Pomacentridae). *Arq. Mus. Boc.*, 6(11), 207–217.
- Azzurro, E., Matiddi, M., Fanelli, E., Guidetti, P., Mesa, G. La, Scarpato, A., & Axiak, V. (2010). Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. *Marine Environmental Research*, 69, 390–397. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.01.006>
- Bagenal, T. B., & Tesch, F. W. (1978). Age and growth. In *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook No. 3. T. Bagenal (Ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford. 101–136 pp.
- Banarescu, P. (1964). *The fauna of the popular Republic of Romania*. Pisces – Osteichthyes XIII. Academici Republicii Populare Romine, Bucuresti. 959 pp (in Romanian).
- 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. <https://doi.org/10.3906/zoo-1405-60>
- Bini, G. (1967). Atlante dei pesci delle coste Italiane. In *Copeia*. <https://doi.org/10.2307/1442515>
- Bracciali, C., Campobello, D., Giacoma, C., & Sarà, G. (2012). Effects of nautical traffic and noise on foraging patterns of Mediterranean Damselfish (*Chromis chromis*). *PLoS ONE*, 7, e40582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040582>
- Bracciali, C., Piovano, S., Sarà, G., & Giacoma, C. (2014). Seasonal changes in size, sex-ratio and body condition of the damselfish *Chromis chromis* in the central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95, 1053–1061. <https://doi.org/10.1017/S0025315414000459>
- Calado, R., Olivotto, I., Oliver, M. P., & Holt, G. J. (2017). *Marine Ornamental Species Aquaculture*. Wiley Blackwell. 712 pp. <https://doi.org/10.1002/9781119169147>
- Cooper, J. W., Smith, L. L., & Westneat, M. W. (2009). Exploring the radiation of a diverse reef fish family: Phylogenetics of the damselfishes (Pomacentridae), with new classifications based on molecular analyses of all genera. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.12.010>
- Domingues, V. S., Bucciarelli, G., Almada, V. C., & Bernardi, G. (2005). Historical colonization and demography of the Mediterranean damselfish, *Chromis chromis*. *Molecular Ecology*, 14, 4051–4063. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02723.x>
- Duka, L. A., & Shevchenko, N. F. (1980). Morphology and nutrition of *Chromis chromis* (Linne) in the Mediterranean and Black Seas. *Ekol. Morya*, 3, 26–33.
- Dulcic, J. (2005). Biometric properties of damselfish, *Chromis chromis* (Osteichthyes: Pomacentridae) from the middle Adriatic. *Acta Adriatica*, 46, 91–98.
- Dulcic, J., & Kraljevic, M. (1994). The fecundity of damselfish (*Chromis chromis*) in the eastern middle Adriatic. *Acta Adriatica*, 35, 53–57.
- Dulcic, J., & Kraljevic, M. (1995). Age, growth and mortality of damselfish (*Chromis chromis* L.) in the eastern middle Adriatic. *Fisheries Research*, 22, 255–264. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(94\)00318-Q](https://doi.org/10.1016/0165-7836(94)00318-Q)
- Hall, T. A. (1999). BIOEDIT: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41, 95–98.
- Hubert, N., Paradis, E., Bruggemann, H., & Planes, S. (2011). Community assembly and diversification in Indo-Pacific coral reef fishes. *Ecology and Evolution*, 1(3), 229–277. <https://doi.org/10.1002/ece3.19>
- Jardas, I. (1996). *The Adriatic ichthyofauna (in Croatian)*. Zagreb: Školska Knjiga. 1–533 pp.

- Kapiris, K., & Klaufodatos, D. (2011). Length-weight relationships for 21 fish species caught in the Argolikos Gulf (central Aegean Sea, eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Zoology*, 35(5), 717–723. <https://doi.org/10.3906/zoo-1003-122>
- Kimura, M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16, 111–120. <https://doi.org/10.1007/BF01731581>
- Kruschel, C., Schultz, S. T., Bakran-Petricioli, T., & Petricioli, D. (2012). Comparing predator abundance and fish diversity in MPA sites (Kornati NP, Croatia) and adjacent sites exploited by fisheries. *Croatian Journal of Fisheries*, 70, 65–78.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6), 1547–1549. <https://doi.org/10.1093/molbev/msy096>
- Palumbi, S. R. (1996). Nucleic acids II: the polymerase chainreaction. In D. M. Hillis, C. Moritz, & B. K. Mable (Eds.), *Molecular systematics* (pp. 205–247). Sunderland: Sinauer Associates.
- Pauly, D. (1986). *Fish Population Dynamics in Tropical Waters: a manual for use with programmable calculators*. ICLARM Studies and Reviews. 325 p.
- Pinnegar, J. K. (2018). Why the damselfish *Chromis chromis* is a key species in the Mediterranean rocky littoral – a quantitative perspective. *Journal of Fish Biology*, 92(3), 851–872. <https://doi.org/10.1111/jfb.13551>
- Quenouille, B., Bermingham, E., & Planes, S. (2004). Molecular systematics of the damselfishes (Teleostei: Pomacentridae): Bayesian phylogenetic analyses of mitochondrial and nuclear DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31, 66–88. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00278-1](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00278-1)
- Quingnard, J. P., & Pras, A. (1986). Pomacentridae. In *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*. 916-918 pp.
- Re, P., & Gomes, J. (1982). The eggs, newly hatched larvae and juveniles of the Azorian *Chromis chromis*. *Portuguesa Cienc. Nat. Lisboa*, 21, 9–18.
- Svetovidov, A. N. (1964). Fishes of the Black Sea. In *Izdateljstvo Nauka* (p. 550).
- Tang, K. L. (2001). Phylogenetic Relationships among Damselfishes (Teleostei: Pomacentridae) as Determined by Mitochondrial DNA Data. *Copeia*, 3, 591–601. [https://doi.org/10.1643/0045-8511\(2001\)001\[0591:pradtp\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1643/0045-8511(2001)001[0591:pradtp]2.0.co;2)
- Thompson, J. D., Higgins, D. G., & Gibson, T. J. (1994). CLUSTAL W: Improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*, 22, 4673–4680. <https://doi.org/10.1093/nar/22.22.4673>
- Tortonese, E. (1975). *Osteichthyes (Pesci ossei). Part II. In: Fauna d'Italia*. Edizioni Calderini, Bologna, 636 pp.
- Ward, R. D., Zemlak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R., & Hebert, P. D. N. (2005). DNA barcoding Australia's fish species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1462), 1847–1857. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1716>
- Wood, E.M. (1977). A review of damselfishes (Pisces: Pomacentridae) of the genus *Chromis* from the central and eastern Atlantic and the Mediterranean. *Journal of Fish Biology*, 10, 331-345.

Evaluation of the Toxicity Activity of Bioactive Compounds of Some Geophytes against Brine Shrimp (*Artemia salina* L.)

Murat TURAN^{1*}, Ramazan MAMMADOV²

¹ Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Erzurum Technical University, Erzurum, Turkey

² Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey

*Corresponding Author: muratturan077@gmail.com

Research Article

Received 06 September 2020; Accepted 21 October 2020; Release date 01 June 2021.

Açıklama [MT1]: 2021 olması gerekiyor

How to Cite: Turan, M., & Mammadov, R. (2021). Evaluation of the toxicity activity of bioactive compounds of some Geophytes against Brine Shrimp (*Artemia salina* L.). *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 195-201. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.791297>

Abstract

Artemia salina L. is an important model organism for the world ecosystem, which is very sensitive, easily available, allows to work in the laboratory environment, is used in toxic effect studies, and gives safe results. This study was designed to evaluate the toxic effect of water extract of fresh and underground parts of some species of five geophyte genera (*Arum rupicola* var. *virescens* (Stapf) P.C. Boyce, *Cyclamen cilicium* Boiss. & Heldr, *Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. & Schult. f., *Narcissus tazetta* subsp. *tazetta* L., *Paeonia kesrouanensis* J. Thiébaud) against *A. salina*. All taxa were found to be more toxic in the fresh part than in the underground part. The fresh part of *P. kesrouanensis* was shown the highest toxic effect with $44.44 \pm 2.78\%$ (1.56 ± 0.13 mg/mL, LC_{50}) and the underground part of *N. tazetta* subsp. *tazetta* was shown the lowest toxic effect with $8.33 \pm 0.00\%$ (294.68 ± 1.54 mg/mL, LC_{50}). The underground part of *N. tazetta* subsp. *tazetta* and *Gagea bohemica* were not found toxic with > 1000 mg/ml, LC_{90} . Based on the studies showing that *A. salina* toxic effect studies are related to insecticide and anticancer studies, it is seen that especially the fresh part of *P. kesrouanensis* has potential insecticide and anticancer properties, but more studies are needed.

Keywords: *Artemia salina* (L.), Toxicity effect, *Narcissus tazetta* subsp. *tazetta*, *Paeonia kesrouanensis*

Bazı Geofit Türlerin Biyoaktif Bileşiklerinin Tuzlu Su Karidesi (*Artemia salina*)'ne Karşı Toksikite Aktivitesinin Değerlendirilmesi

Özet

Artemia salina L. çok hassas, kolay ulaşılabilir, laboratuvar ortamında *in vivo* çalışmaya olanak sağlayan, toksik etki çalışmalarında kullanılıp güvenli sonuçlar veren, dünya ekosistemi için önemli bir model organizmadır. Bu çalışma, geofit olan beş cinse ait bazı türlerin (*Arum rupicola* var. *virescens* (Stapf) P.C. Boyce, *Cyclamen cilicium* Boiss. & Heldr, *Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. & Schult. f., *Narcissus tazetta* subsp. *tazetta* L., *Paeonia kesrouanensis* J. Thiébaud) toprak üstü ve toprak altı kısımlarının su ekstraktının *A. salina*'ya karşı toksik etkisini değerlendirmek için tasarlanmıştır. Bütün taksonlarda toprak üstü kısım, toprak altı kısma göre daha toksik olduğu bulunmuştur. *P. kesrouanensis*'in toprak üstü kısmı $44.44 \pm 2.78\%$ (1.56 ± 0.13 mg/mL, LC_{50}) değeri ile en yüksek toksik etkiyi gösterirken *N. tazetta* subsp. *tazetta*'nın toprak altı kısmı $8.33 \pm 0.00\%$ (294.68 ± 1.54 mg/mL, LC_{50}) değeri ile en düşük toksik etkiyi göstermiştir. *N. tazetta* subsp. *tazetta* ve *G. bohemica*'nın toprak altı kısmı > 1000 mg/ml, LC_{90} ile toksik bulunmamıştır. *A. salina* toksik etki çalışmalarının insektisit ve antikanser çalışmaları ile ilgili olduğunu gösteren çalışmalara dayanarak, özellikle *P. kesrouanensis*'in yer üstü kısmının potansiyel insektisit ve antikanser özelliklere sahip olduğu ancak daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Artemia salina* (L.), Toksik etki, *Narcissus tazetta* subsp. *tazetta*, *Paeonia kesrouanensis*

INTRODUCTION

Bioactive phyto-compounds found in plants include anthocyanins, phenolic acids, catechins, tannins, etc. compounds with complex structures. These compounds, which are necessary for the reactions in the metabolism of the living organism, can cause adverse problems when poorly applied and the plant used may have a toxic effect and have a mutagenic or genotoxic potential (Tülay and Özlem, 2007; Almeida et al., 2020). Various experiments are used to investigate the potential toxicity of herbal extracts with *in vivo* tests on laboratory animals designated as models (Carballo et al., 2002;

Mayorga et al., 2010; Veni and Pushpanathan, 2014). Recently, numerous studies have focused on both the pharmacology and toxicity of the herbs used (Parra et al., 2001).

Artemia is a genus that can survive in high salinity rates (4.5-340‰) belonging to the Artemiidae family (Başbuğ, 1999; GBIF, 2019^a). It can survive and improve, especially in a hypertonic environment, and can be found all over the world. It is one of the few organisms that can survive in the world's most saltwater lakes with microalgae and certain types of bacteria (Asem et al., 2010; Johari et al., 2019; Sellami et al., 2020). It is highly preferred both scientifically and in aquaculture due to its structures that have good nutritional value, can be readily available, low cost, high reproduction rate, easy to cultivate, and are not easily affected by environmental conditions (McLaughlin et al., 1991; Yun et al., 2020). Brine shrimp (*Artemia salina*) Toxicity Assay (BSTA) method, which uses *A. salina* larvae as test animals, is a competent, fast, and low-cost simple biological bioassay test that requires a minimal amount of sample created by exposing the larvae to the test sample in saline solution (McLaughlin et al., 1991; Montanher et al., 2002; Hamrun et al., 2020). The method is easily understood and uses small amounts to analyze the content (Pisutthanan et al., 2013). This bioassay is a widely used method to search for novel anticancer compounds derived from plants, and it has been shown that toxicity test results are associated with the cytotoxic compounds of the anticancer with this method. This bioassay suitable correlates with its cytotoxic activity in some human solid tumors and pesticide, insecticidal activity (McLaughlin et al., 1998; Hamrun et al., 2020; Mughni and Yusop, 2020). BSTA made from plant extracts has been successfully used to biomonitor the isolation of cytotoxic (Siqueira et al., 1998), antimalarial (Perez et al., 1997), insecticidal (Oberlies et al., 1998), and antifeedant (Labbe et al., 1993) compounds. This bioassay also provides the forefront screen that can be backed up with a more detailed assay once the active compound has been isolated (Pisutthanan et al., 2013). In this study, the results of a screening of water extracts of five geophyte used for toxicity against *A. salina* larvae are presented.

MATERIALS and METHODS

Plant Materials and Extract Preparation

The plants were collected in 2018-2019 during the flowering period and were identified by Dr. Olcay Düşen and stored with herbarium number at PAMUH in Pamukkale University, Denizli, Turkey (Table 1). At room temperature, dried fresh part (leaves and fruits), underground part (bulb and root) cut into 5 mm x 5 mm cubes. 100 g of the cut samples and the solvent was added (acetone, methanol, or water). It was kept in a shaking water bath for 6 hours and filtered through Whatman paper, and the solvent was added again. After filtration, the alcohol and water were evaporated. Extracts were kept at -20 °C (Turan and Mammadov, 2020).

Table 1. Features of collected species of geophyte genera.

Plant Name	Locality	Altitude (m)	Date	Herbarium Number
<i>Arum rupicola</i> var. <i>virescens</i> (Plant List, 2012 ^a)	Tunceli Province	1230	June, 2019	PAMUH 1003 M. Turan
<i>Cyclamen cilicium</i> (Plant List, 2012 ^b)	Antalya Province	938	December, 2019	PAMUH 1004 M. Turan
<i>Gagea bohemica</i> (Zauschn.) (Plant List, 2012 ^c)	Denizli Province	777	March, 2019	PAMUH 1002 M. Turan
<i>Narcissus tazetta</i> subsp. <i>tazetta</i> (GBIF, 2019 ^b)	Muğla Province	6	February, 2019	PAMUH 1001 M. Turan
<i>Paeonia kesrouanensis</i> . (GBIF, 2019 ^c)	Burdur Province	1649	May, 2018	PAMUH 1700 L. Sevim

Brine Shrimp (*Artemia salina*) Toxicity Assay (BSTA)

The assay of investigating the toxic effects of extracts against *A. salina* was determined by modifying the Krishnaraju et al. (2005) method. Water extracts of plants were used in the experiment. Two days before the experiment, *Artemia* eggs sold commercially (Rotifish Artemia Mix, 18g) put in a jar containing 500-600 mL of distilled water, and an air hose connected to the air motor is placed inside the jar for continuous air ventilation. The jar is placed in the aquarium filled with 25% water. The aquarium was kept bright at 28-29 °C. *Artemia* eggs were expected to hatch for two days. After two days, 0.5 M sea saline solution was prepared. The extract solution prepared with extracts in 4

different concentrations as 0.1, 0.25, 0.5 and 1 mg/mL was added to each test tube. By shining light from the bottom, 12 live *Artemia* were added to the test tubes, and test tubes are placed in a tube holder. The tube holder was placed in the aquarium kept lighting at a temperature of 28-29 °C. After 24 hours, each test tube was poured into a petri dish, and the *Artemia* that remained still for a long time and was certain to be lifeless were counted and noted. The test was considered valid if less than 10% of the control nauplii were immobile.

Statistical Analysis

All assays were performed in 3 replicates. The mean \pm standard error was analyzed using Microsoft Excel, and the results were analyzed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) statistical software (2017). Significant differences among groups were identified by one-way analysis of variance (ANOVA) with Duncan's multiple range test, setting $p < 0.05$ as the level of significance. $LC_{50(\min)}$, LC_{50} , $LC_{50(\max)}$, LC_{90} , and χ^2 were made by Probit Analysis in STATPLUS (2015) program in larvicidal activity assays.

RESULTS and DISCUSSION

The use of *A. salina* as an animal model for the assessment of acute toxicity is increasing because this micro-shellfish is characterized by high sensitivity, ease of use, low cost, and visualization with the naked eye (Demarchi et al., 2020). The average mortality rates (%) and statistical results of the *A. salina* after 24 h of exposure are shown in Table 2. The LC_{50} values of the plant extracts were obtained by a plot of the percentage of the shrimp nauplii killed against the concentrations of the extracts. The best-fit line was obtained from the data through regression analysis in Figure 1.

The LC_{50} value is the concentration value that kills 50 % of a population, and the LC_{90} value kills 90 percent of a population, and the lower this value, the more toxic the substance used. When the toxic effect value of the underground and fresh parts of the five taxons against *A. salina* is compared, the fresh part extract of the *P. kesrouanensis* has the highest toxicity with the $44.44 \pm 2.78\%$ (1.56 ± 0.13 mg/mL, LC_{50}) value, while the underground part of the *N. tazetta* subsp. *tazetta* species with the least toxicity is shown with the $8.33 \pm 0.00\%$ (294.68 ± 1.54 mg/mL, LC_{50}) value. In the study of Turan and Mammadov (2018), *C. alpinum* was studied in ethanol extract of underground and aboveground parts and found that it was more active in the underground part with the value of 0.257 mg/mL, LC_{50} .

Table 2. Average mortality rates (%) of the concentrations of the genera studied at 24 h exposure to *A. salina* and statistical values.

Plant \ Solvent	24 h of exposure (1 mg/mL, %)	LC ₅₀ (min) (mg/mL)	LC ₅₀ (mg/mL ± std error)	LC ₅₀ (max) (mg/mL)	LC ₉₀ (mg/mL ± std error)	x ²
Fresh Part						
<i>A. rupicola</i> var. <i>virescens</i>	33.33 ± 4.81 ab ^x	1.23	1.81 ± 0.12	3.67	13.03 ± 0.27	0.73
<i>C. cilicium</i>	27.78 ± 2.78 a	1.84	3.77 ± 0.27	21.26	65.11 ± 0.60	0.05
<i>G. bohémica</i>	30.56 ± 5.56 ab	1.41	2.24 ± 0.15	5.52	18.69 ± 0.33	0.75
<i>N. tazetta</i> subsp. <i>tazetta</i>	36.11 ± 5.56 ab	1.36	2.19 ± 0.16	5.52	21.00 ± 0.35	1.39
<i>P. kesrouanensis</i>	44.44 ± 2.78 b	1.03	1.56 ± 0.13	3.44	19.66 ± 0.35	2.45
Underground Part						
<i>A. rupicola</i> var. <i>virescens</i>	22.22 ± 2.78 ab ^x	3.92	21.70 ± 1.24	>10000	2443.69 ± 2.69	0.60
<i>C. cilicium</i>	13.89 ± 2.78 ac	4.04	17.40 ± 0.87	>10000	451.20 ± 1.64	0.02
<i>G. bohémica</i>	13.89 ± 2.78 ac	7.60	134.16 ± 9.70	>10000	>10000	0.068
<i>N. tazetta</i> subsp. <i>tazetta</i>	8.33 ± 0.000 c	0.28	294.68 ± 1.54	>10000	>10000	0.41
<i>P. kesrouanensis</i>	30.56 ± 5.56 b	2.16	5.34 ± 0.38	68.40	148.06 ± 0.86	2.62
Negative Control (Distilled water)			00.00 ± 00.00			

a^x: If the lower cases in the column are the same, there is no statistical difference in Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$). Each part was statistically calculated among themselves.

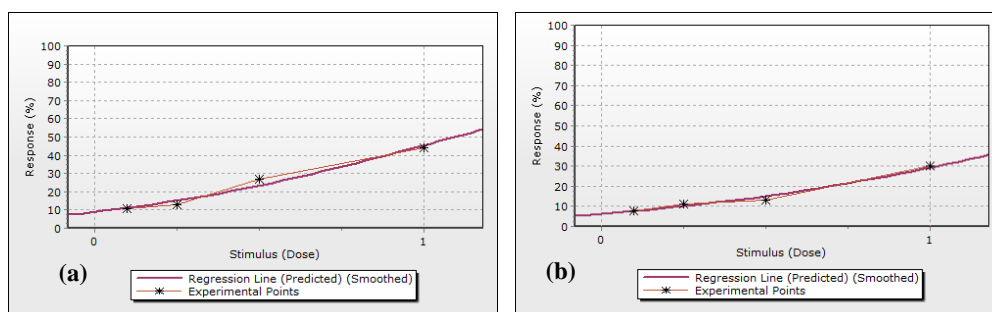


Figure 1. Regression curve plot of fresh (a) and underground (b) parts of *P. kesrouanensis* showing the best results

Umaru et al. (2020) studied stem-bark extracts of *Barringtonia asiatica* (L.) Kurz and found the best result with an LC₅₀ of 34.059 ($\mu\text{g/mL}$) in methanol extract. Itam and Anna (2020) found the best result in ethyl acetate extract with 70.03 ($\mu\text{g/mL}$, LC₅₀) in their study with *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry leaves. Ogbale et al. (2020) studied the toxicity of the peptide-rich and methanol crude extracts against brine shrimp, and the crude methanol extract of *Calliandra portoricensis* Benth. was more toxic (5.13 $\mu\text{g/mL}$, LC₅₀) compared to the Arginine-rich Peptide extract (6.12 $\mu\text{g/mL}$, LC₅₀). Rosyadi et al. (2020) found the 67.17 ($\mu\text{g/mL}$, LC₅₀) value in their study with methanolic extract of *Piper crocatum* Ruiz & Pav. leaf. In the study of Hamrun et al. (2020), the most significant number of larvae mortalities was seen at a concentration of 1000 ppm and found the 58.82 ppm, LC₅₀ value with methanolic extract of *Eucheuma spinosum* J. Agardh red algae extract. Osamudiamen et al. (2020) investigated the anticancer and brine shrimp toxic activity of hexane, dichloromethane, ethyl acetate, and methanol extracts of *Mezoneuron benthamianum* Baill species, the results show that dichloromethane and hexane extracts had the highest activity against the *A. salina*, with a lethal concentration of 29.29 mg/mL, LC₅₀ and 99.96 mg/mL, LC₅₀ values, respectively. Ara et al. (1999) studied six seaweed and found the best results in aqueous extracts with *Stokeyia indica* Thivy & Doshi value of 64 $\mu\text{g/mL}$, LC₅₀ after 24 hours. Padmaja et al. (2002) found the best result after 24 hours with

6.9 µg/mL, LC₅₀ value in the fruit of *Piper longum* L. in their study with India medicinal herbs. Santos Pimenta et al. (2003) studied eighteen extracts of Brazilian medicinal plants and found the lowest LC₅₀ value in the ethanolic extract of the *Annona nutans* R.E.Fr. seed with the 0.20 µg/mL, LC₅₀ value.

A good correlation between larvicidal activity against *Aedes aegypti* L. and brine shrimps was also found in Luna et al. (2005) studies, indicating general toxicity of the active components. Especially *A. aegypti* and *Culex pipiens* L. are a mosquito species responsible for the transmission of yellow fever, dengue fever, chikungunya, and zika virus, which has become a matter of public health since the last three decades (Carvalho and Moreira, 2017). Of the studied extracts, *P. kesrouanensis* will likely increase toxicity to *A. aegypti* larvae since its cytotoxic effect against brine shrimp is significantly increased, and more studies are needed to prove this when there are not many studies in the literature. As the studies on this subject increase, it has been reported that the increase in toxic effect activity leads to an increase in larvicidal activity and can assist public health programs against mosquito reproduction (Maia-Neto et al., 2020). The results of our study are consistent with all other studies reported in the literature, especially *P. kesrouanensis*, with its toxic effect, which can potentially have anticancer and insecticidal properties.

CONCLUSION

Especially the fresh part has toxic activity against brine shrimp (*A. salina*) according to the BSTA method. The *P. kesrouanensis* showed the highest activity both fresh and underground. With this feature, *P. kesrouanensis* can be said to have potential anticancer and insecticidal properties. Based on the possible relationship between brine shrimp lethality, cancer, and insecticide, this study could serve further ethnobotanical, phytochemical, agricultural, medical, pharmaceutical research.

Acknowledgment: This work was supported by the Scientific Research Projects (BAP) of Pamukkale University, Denizli, Turkey [Project No: 2019FEBE001]. Some of the studies in this study were presented as poster presentation in XV International Scientific and Practical Conference "ACTUAL PROBLEMS OF ECOLOGY-2020", Grodno-Belarus, 22-24 September, 2020.

REFERENCES

- Almeida, L.M., Prado, A.D.L., Xavier-Silva, K.R., Firmino, M.T., Paula, M.I.M., Gomes, P.N., Paula, J.A.M., & Bailão, E.F.L.C. (2020). Cytotoxic effect of *Vernonanthura polyanthes* leaves aqueous extracts, *Brazilian Journal of Biology*, In Press. <http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.225281>
- AnalystSoft Inc. Released. (2015). Statplus Professional for Windows, Version 5.9.8.5, Walnut, CA: AnalystSoft Inc.
- Ara, J., Sultana, V., Ehteshamul-Haque, S., Qasim, R., & Uddin, V. (1999). Cytotoxic Activity of Marine Macro-algae on *Artemia salina* (Brine Shrimp). *Phytotherapy Research*, 13, 304-307.
- Artemia salina* (Linnaeus, 1758) in GBIF Secretariat. (2019^a). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2020-09-06.
- Arum rupicola* var. *virescens* (Stapf) P.C. Boyce in Plant List. (2012^a). The Plant List, Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-16375> (accessed 2020-05-07).
- Asem, A., Nasrullah, R.P., & Patricio, D.L.R.E. (2010). The genus *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(3), 501-506. <https://doi.org/10.3856/vol38-issue3-fulltext-14>
- Başbuğ, Y. (1999). Reproduction Characteristics of *Artemia salina* (L., 1758) in Tuz Lake. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 635-640.
- Carballo, J. L., Hernández-Inda, Z.L., Pérez, P., & García-Grávalos, M.D. (2002). A comparison between two brine shrimp assays to detect in vitro cytotoxicity in marine natural products. *BMC Biotechnology*, 2, 17. <https://doi.org/10.1186/1472-6750-2-17>
- Carvalho F.D., & Moreira L.A. (2017). Why is *Aedes aegypti* Linnaeus so Successful as a Species? *Neotropical Entomology*, 46, 243–255. <https://doi.org/10.1007/s13744-017-0520-4>
- Cyclamen cilicium* Boiss. & Heldr. in Plant List. (2012^b). The Plant List, Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2749712> (accessed 2020-05-07).
- Demarchi, C.A., Silva, L.M., Niedźwiecka, A., Ślawska-Waniewska, A., Lewińska, S., Magro, J. D., Calisto, J.F.F., Martello, R., & Rodrigues, C.A. (2020). Nanocotoxicology study of the response of magnetic O-Carboxymethylchitosan loaded silver nanoparticles on *Artemia salina*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 74, 103298. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.103298>
- Gagea bohemica* (Zauschn.) Schult. & Schult.f. in Plant List. (2012^c). The Plant List, Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-307157> (accessed 2020-05-07).

- Hamrun, N., Nabilah, T., Hasyim, R., Ruslin, M., Damma, I., & Arianto, M.A.A. (2020). Toxicity Test of Bioactive Red Alga Extract *Euचेuma spinosum* on Shrimp *Artemia salina* Leach. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(5), 672-676.
- IBM Corp. Released. (2017). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Itam, A., & Anna, L. (2020). Antioxidant activities, cytotoxic properties and total phenolic content of *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry leaves extracts: A West Sumatera Indonesian plant. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 33(1), 175-181. <https://doi.org/10.36721/PJPS.2020.33.1.REG.175-181.1>
- Johari, S.A., Rasmussen, K., Gulumian, M., Ghazi-Khansari, M., Tetarazako, N., Kashiwada, S., Asghari, S., Park, J.W., & Yu, I.J. (2019). Introducing a new standardized nanomaterial environmental toxicity screening testing procedure, ISO/TS 20787: aquatic toxicity assessment of manufactured nanomaterials in saltwater Lakes using *Artemia* sp. nauplii. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 29(2), 95–109. <https://doi.org/10.1080/15376516.2018.1512695>
- Krishnaraju, A.V., Rao, T.V.N., Sundararaju, D., Vanisree, M., Tsay, H.S., & Subbaraju, G.V. (2005). Assessment of Bioactivity of Indian Medicinal Plants Using Brine Shrimp (*Artemia salina*) Lethality Assay. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 3, 125-134.
- Labbe, C., Castillo, M., & Connolly, J.D. (1993). Mono and sesquiterpenoids from *Satureja gilliesii*. *Phytochemistry*, 34, 441-444. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(93\)80026-O](https://doi.org/10.1016/0031-9422(93)80026-O)
- Luna, J.S., Santos, A.F., Lima, M.R.F., Omena, M.C., Mendonça, F.A.C., Bieber, L. W., & Sant'Ana, A. E. G. (2005). A study of the larvicidal and molluscicidal activities of some medicinal plants from northeast Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*, 97(2), 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.10.004>.
- Maia-Neto, L.S., Amaral, A., Lucena, L.R.F., Magnata, S.S.L.P., Silva, E.B., Netto, A.M., Oliveira, A.F.M., & Souza, I.A. (2020). Gamma irradiation for enhancing active chemical compounds in leaf extracts of *Libidibia ferrea* (Leguminosae). *Applied Radiation and Isotopes*, 109306 (In Press). <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109306>
- Mayorga, P., Pérez, K.R., Cruz, S.M., & Cáceres, A. (2010). Comparison of bioassays using the anostracan crustaceans *Artemia salina* and *Thamnocephalus platyurus* for plant extract toxicity screening. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20, 897-903. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2010005000029>
- McLaughlin J.L., Rogers L.L., & Anderson, J.E. (1998). The Use of Biological Assays to Evaluate Botanicals. *Drug Information Journal*, 32, 513-524. <https://doi.org/10.1177/009286159803200223>
- McLaughlin, J.L., Chang, C.J., & Smith, D.L. (1991). Bench-Top Bioassays for the Discovery of Bioactive Natural Products: An Update. In: Rhaman, A.U., Ed. *Studies in Natural Products Chemistry*, Elsevier, Amsterdam, 383-409.
- Montanher, A.B.P., Pizolatti, M., & Brighente, I.M.C. (2002). An application of the brine shrimp bioassay for general screening of Brazilian medicinal plants. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, 21, 175-178.
- Mughni, N.F.A., & Yusop, F.F.M. (2020). Brine Shrimp Lethality Assay of Methanolic Extract of *Orthosiphon stamineus* Benth. Leaves. *SA Conference Proceeding: Industrial Revolution 4.0.*, 1(1), 23-28
- Narcissus tazetta* subsp. *tazetta* in GBIF Secretariat. (2019^b). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://www.gbif.org/species/7227583> <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2020-05-07.
- Oberlies, N.H., Rogers, L.L., Martin, J.M., & McLaughlin, J.L. (1998). Cytotoxic and insecticidal constituents of the unripe fruit of *Persea americana*. *Journal of Natural Products*, 61, 781-785. <https://doi.org/10.1021/np9800304>
- Ogbole, O.O., Ndabai, N.C., Akinleye, T.E., & Attah, A.F. (2020). Evaluation of peptide-rich root extracts of *Calliandria portoricensis* (Jacq.) Benth (Mimosaceae) for in vitro antimicrobial activity and brine shrimp lethality. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20, 30. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-2836-6>
- Osamudiamen, P.M., Aiyelaagbe, O.O., Vaid, S., Sangwan, P.L., Ogbesejana, A.B., & Saxen, A.K. (2020). Comparative in-vitro anticancer and brine shrimp cytotoxic activities of *Mezoneuron benthamianum* Baill. *Journal of Medicinal Plants for Economic Development*, 4(1), a73. <https://doi.org/10.4102/jomped.v4i1.73>
- Padmaja, R., Arun, P.C., Prashanth, D., Deepak, M., Amit, A., & Anjana, M. (2002). Brine shrimp lethality bioassay of selected Indian medicinal plants. *Fitoterapia*, 73, 508–510.
- Paeonia kesrouanensis* J.Thiébaud in GBIF Secretariat. (2019^b). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://www.gbif.org/species/3614374> doi: <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2020-05-07.
- Parra, L.A., Yhebra, R.S., Sardiñas, I.G., & Buela, L.I. (2001). Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. *Phytomedicine*, 8, 395-400. <https://doi.org/10.1078/0944-7113-00044>

- Perez, H., Diaz, F., & Medina, J.D. (1997). Chemical investigation and in vitro antimalarial activity of *Tabebuia ochracea* ssp. *neochrysantha*. *International Journal of Pharmacognosy*, 35, 227-231. <https://doi.org/10.1076/phbi.35.4.227.13306>
- Pisutthanan, S., Plianbangchang, P., Pisutthanan, N., Ruanruay, S., & Muanrit, O. (2013). Brine shrimp lethality activity of Thai medicinal plants in the family Meliaceae. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 12(2), 13-18
- Rosyadi, A., Faizah, R.N., Nuri, N., & Puspitasari, E. (2020). Anticancer properties of methanolic extract of *Piper crocatum* leaf using BST and cytotoxicity on HeLa cell lines. *Annals of Tropical Medicine and Public Health*, 23(3A), 03-11. <https://doi.org/10.36295/ASRO.2020.2331>
- Santos Pimenta, L.P., Pinto, G.B., Takahashi, J.A., Silva, L.G.F., & Boaventura, M.A.D. (2003). Biological screening of Annonaceous Brazilian Medicinal Plants using *Artemia salina* (Brine Shrimp Test). *Phytomedicine*, 10, 209-212. <https://doi.org/10.1078/094471103321659960>
- Sellami, I., Charmantier, G., Naceur, H., Kacem, A., & Lorin-Nebel, C. (2020). Osmoregulatory performance and immunolocalization of Na⁺/K⁺-ATPase in the branchiopod *Artemia salina* from the Sebkhah of Sidi El Hani (Tunisia). *Tissue and Cell*, 63, 101340. <https://doi.org/10.1016/j.tice.2020.101340>
- Siqueira, M.J., Bomm, D.M., Pereira, N.F.G., Gareez, W.S., & Boaventura, M.A.D. (1998). Estudo fitoquímico de *Unonopsis lindmanii*- Annonaceae, biomonitorado peloensaio de toxicidade sobre *Artemia salina* Leach. *Química Nova*, 21, 557-559. <https://doi.org/10.1590/S0100-40421998000500004>
- Tülay, A.Ç., & Özlem, S.A. (2007). Cytotoxic and genotoxic effects of *Lavandula stoechas* aqueous extracts. *Biologia*, 3, 292-296. <https://doi.org/10.2478/s11756-007-0051-2>
- Turan, M., & Mammadov, R. (2018). Antioxidant, Antimicrobial, Cytotoxic, Larvicidal and Anthelmintic Activities and Phenolic Contents of *Cyclamen alpinum*. *Pharmacology & Pharmacy*, 9, 100-116. <https://doi.org/10.4236/pp.2018.94008>
- Turan, M. & Mammadov, R. (2020). Antioxidant, Cytotoxic, Larvicidal, and Anthelmintic Activity and Phytochemical Screening by HPLC of *Calicotome villosa* from Turkey. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 54(5), 478-483. <https://doi.org/10.1007/s11094-020-02225-8>
- Umaru, I.J., Ahmed, F.B., Umaru, K.I., & Omolayo, A.O. (2020). Extraction and Biological Activity of *Barringtonia asiatica* Stem-Bark Extracts on some Selected Fungi, Bacteria's, Cytotoxicity and Antioxidant Potentials. *Indian Journal of Pure & Applied Biosciences*, 8(1), 6-15. <http://dx.doi.org/10.18782/2582-2845.7966>
- Veni, T., & Pushpanathan, T. (2014). Comparison of the *Artemia salina* and *Artemia franciscana* bioassays for toxicity of Indian medicinal plants. *Journal of Coastal Life Medicine*, 2, 453-457. <https://doi.org/10.12980/JCLM.2.201414J29>
- Yun, S., Yoon, S.Y., Hong, E.J., Giri, S.S., Kim, S.G., Kim, S.W., Han, S.J., Kwon, J., Oh, W.T., Lee, S.B., & Park, S.C. (2020). Effect of plasma-activated water, used as a disinfectant, on the hatch rate of dormant cysts of the *Artemia salina*. *Aquaculture*, 523, 735232. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735232>

Aeromonas hydrophila Suşlarının Antibiyotik Direnç Profilleri

Nurdan FİLİK^{1*}, Ebru ÖNEM², Ayşegül KUBİLAY¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Hastalıklar Anabilim Dalı, Isparta

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Isparta,

*Sorumlu Yazar: nurdansal@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 09 Eylül 2020; Kabul 22 Ekim 2020; Basım 01 Haziran 2021.

Alıntılama: Filik, N., Önem, E. & Kubilay, A. (2021). *Aeromonas hydrophila* suşlarının antibiyotik direnç profilleri. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 202-213. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.792224>

Özet

Aeromonas hydrophila virülens özellikleri açısından önemli bir patojen olup balıklarda ölümcül bir hastalık olan Motile Aeromonas Septicemiasine (MAS) neden olur. Bu çalışmada hasta balıklardan izole edilen 20 *A. hydrophila* suşunun ve *A. hydrophila* ATCC 7966 suşunun 28 farklı antibiyotiğe karşı duyarlılığı araştırılmıştır. Araştırmada *A. hydrophila* suşlarında antibiyotik duyarlılık profilleri Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemiyle saptanmış ve heri bir suşa ait Çoklu Antibiyotik Dirençliliği (ÇAD) indeksi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre suşların 12 antibiyotiğe dirençli, 14 antibiyotiğe duyarlı, 2 antibiyotiğe orta dercede duyarlı olduğu belirlenmiştir. ÇAD indeksi sonuçlarına göre suşların toplam 14 antibiyotiğe karşı çoklu antibiyotik direnci gösterdiği tespit edilmiştir. Suşların ÇAD indeks değerleri 0,21-0,75 aralığında tespit edilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmaların ortaya koyduğu bir bulgu *A. hydrophila*'nın oksitetrasikline karşı geliştirdiği dirençtir. Bu açıdan araştırma bulgularında en dikkat çeken oksitetrasiklin direnci olmuştur. *A. hydrophila* suşlarının araştırmada kullanılan antibiyotiklerin büyük bir kısmına ve yapılan bazı çalışmalarla tedavide etkili antibiyotik olduğu bildirilen oksitetrasikline karşı direnç geliştirdiğinin tespit edilmesi suşların direnç profilinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, balık patojenlerinin oluşturduğu hastalıkların tedavisinde yanlış antibiyotik kullanımı sonucu patojenin direnç kazandığı, bu durumda balık hastalıkları ile mücadelede ciddi bir sorun oluşturduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Aeromonas hydrophila*, Balık, Antibiyogram, Çoklu Antibiyotik Dirençliliği, CLSI

Antibiotic Resistance Profiles of *Aeromonas hydrophila* Strains

Abstract

Aeromonas hydrophila virulent is a pathogen with important virulent properties and causes Motile Aeromonas Septicemia (MAS), a deadly disease in fish. In this study sensitivity of 20 *A. hydrophila* strains and *A. hydrophila* ATCC 7966 strains isolated from sick fish to 28 different antibiotics were investigated. In the study, antibiotic susceptibility profiles of *A. hydrophila* strains were determined by Kirby-Bauer disk diffusion method and the Multiple Antibiotic Resistance (MAR) index for each strain was calculated. According to the results, it was determined that the strains were resistant to 12 antibiotics, sensitive to 14 antibiotics, and 2 antibiotics moderately. According to the results of the MAR index, the strains were found to have multiple antibiotic resistance against the total of 14 antibiotics. MAR index values of strains were determined in the range of 0.21-0.75. One of the findings of recent studies is the resistance developed by *A. hydrophila* against oxytetracycline. In this respect, oxytetracycline resistance was the most striking in the research findings. The fact that *A. hydrophila* strains developed resistance to most of the antibiotics used in the research and oxytetracycline, which was reported to be the most effective antibiotic in treatment, shows that the resistance profile of strains is high.

As a result, it is seen that pathogen has gained resistance as a result of the use of broad-spectrum antibiotics in the treatment of diseases caused by fish pathogens, and this situation creates a serious problem in the fight against fish diseases.

Keywords: *Aeromonas hydrophila*, Fish, Antibigram, Multiple Antibiotic Resistance, CLSI

GİRİŞ

A. hydrophila 28°C'de optimal üreyen ancak 4°C ile 37°C arasındaki sıcaklıklarda da üreyebilen fırsatçı bir bakteridir (Agger vd., 2018). *A. hydrophila*, açık yaralar yoluyla, su veya yiyeceklerle yeterli sayıda organizmanın yutulması yoluyla balıklarda, amfibiyanlarda ve insanlarda hastalıklara neden olabilir. *A. hydrophila* çığ sebzelerden de izole edilmiştir (Harris vd., 2003).

Patojenik olarak değerlendirildiğinde *A. hydrophila* hem balıklarda (Austin ve Austin, 2016; Rehulka, 2002) hem de insanlarda hastalık oluşturan zoonoz bir bakteridir (Castro, 2002; Davies vd.,

2001, Lehone ve Rawlin, 2000; Werner ve Rutherford, 1990). *Aeromonas* türleri balıklarda Hareketli Aeromonas Septisemi (Motile Aeromonas Septisemisi: MAS) hastalığına neden olur ve bu hastalık ciddi mortaliteyle sonuçlanır (Austin ve Austin, 2016). *A. hydrophila* hemorajik septisemisi Motile Aeromonas Septicemia ‘‘Red Fin Disease’’, ‘‘Red Pest’’, ‘‘Infectious Abdominal Dropsy’’ adları da literatürlere geçmiş olup (Roberts ve Shepherd, 2001; Öztürk ve Altınok, 2014) 1-2 hafta gibi kısa bir sürede %80-100 ölüm oranıyla sonuçlandığı bilinmektedir (Lukistyowati, 2012; Kusdarwati vd., 2017). MAS hastalığının en önemli semptomları balıklarda deri ve kaslarda kanama şeklinde, karaciğer, böbrek ve dalakta hiperemi, iç organlarda doku kaybı, dropsi, ülserler, yüzgeç kaybı, epidermiste hiperplazi, ağız çevresinde erozyonlar, periorbital ödem, ekzoftalmus olarak görülmektedir (Mancini vd., 1997; Erer, 2002; Sağlam vd., 2006).

A. hydrophila'da antibiyotik direnci ve *A. hydrophila* kaynaklı hastalıklarda risk yönetim stratejileri incelendiğinde *A. hydrophila* yüksek genetik heterogeneite gösterdiği için bu hastalığa karşı koruyucu aşı ve probiyotik gibi profilaktif uygulamaların hastalığın kontrolü açısından zorluk oluşturduğu bildirilmektedir (Poobalane vd., 2010). Ülkemizde hareketli Aeromonas septisemi etkenleri de yaygın olarak izole edilmiştir (Baran vd., 1980; Timur, 1983; Güvener, 2001; Öztürk, 2007; Durmaz ve Türk, 2009; Korun ve Toprak, 2010; Boran, 2013; Onuk vd., 2013). Antibiyotiklerin yaygın kullanımı, balık ve çevresel patojenlere karşı antimikrobiyal direnç gelişimine neden olmaktadır (Angulo ve Griffin, 2000; Witte, 2000; Petersen vd., 2002; Angulo vd., 2004; Alcaide vd., 2005). Balık patojenlerinde antimikrobiyal direncin ortaya çıkması akuakültürde hastalıkların tedavisinde kullanılan antimikrobiyallerin etkisinin azalmasına, antimikrobiyal direnç geliştirmiş olan patojenlerin ve direnç genlerinin karasal hayvanlara, insanlara geçişine neden olabilmektedir (L'Abée-Lund ve Sorum, 2001; Sorum, 2006; Duman 2017). Dolayısıyla antibiyotik direnci, dünya çapında modern tıbbın karşılaştığı en büyük zorluklardan biridir (Andersson vd., 2020). Bazı antimikrobiyaller balıklarda immun sistemin baskılanmasına neden olmakta ve buna bağlı olarak hastalıkların oluşumuna yol açmaktadır (Naylor ve Burke, 2005; Cabello, 2006). Antibiyotiklere karşı dirençli bakteri popülasyonlarının ortaya çıkmasıyla antibiyotikler artık etkisiz kalmakta ve hastalıklar tam anlamıyla tedavi edilememektedir (Rasko ve Sperandio, 2010).

Ülkemizde streptomisin, oksitetrasiklin, trimetoprim ve nitrofurantoin gibi antibiyotiklere karşı Motil Aeromonaslar'ın oldukça direnç kazandıkları saptanmıştır (Durmaz ve Türk, 2009). Antibiyotiklere bu denli direnç kazanmış *A. hydrophila*'yla mücadelede artık yeni stratejilerin belirlenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir.

Bu makalenin amacı *A. hydrophila*'nın neden olduğu hastalıklarla mücadelede ilk akla gelen stratejilerden biri olan antibiyotiklerden sıklıkla kullanılan 28 antibiyotige karşı 20 *A. hydrophila* suşunun antibiyotik direnç profillerinin belirlenmesi, ayrıca çoklu antibiyotik dirençliliği indekslerinin saptanması ve sonuçların literatürlere geçmesiyle tedavi sürecinde başarıyı artırmaya yön vermektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Kullanılan antibiyotikler

Antibiyoqram testinde Gram negatif bakterilerin neden olduğu hastalıkların tedavisinde en çok tercih edilen ve literatür taramasında en çok kullanıldığı belirlenen 28 farklı Oxoid marka antibiyotikler kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo1. Araştırmada kullanılan antibiyotikler

Antibiyotik	Antibiyotik kodu	Antibiyotik dozu	Antibiyotik markası
Sülfadiazin	SD300	(300 µg)	Oxoid
Nalidiksik Asit	NA30	(30 µg)	Oxoid
Enrofloksasin	ENR5	(5 µg)	Oxoid
Cefoperazone	CEP75	(75 µg)	Oxoid
Colistin	CT10	(10 µg)	Oxoid
Oksitetrasiklin	T30	(30 µg)	Oxoid
Norfloksasin	NOR10	(10 µg)	Oxoid
Ceftriaksone	CRO30	(30 µg)	Oxoid
Oksasilin	OX1	(1 µg)	Oxoid
Apramisin	APR15	(15 µg)	Oxoid
Siprofloksasin	CIP5	(5 µg)	Oxoid
Klindamisin	DA2	(2 µg)	Oxoid
Tylosin	TY15	(15 µg)	Oxoid
Flumequin	FLM30	(30 µg)	Oxoid
Sefalotin	KF30	(30 µg)	Oxoid
Pristinamisin	PT15	(15 µg)	Oxoid
Nitrofurantoin	F300	(300 µg)	Oxoid
Gentamisin	CN10	(10 µg)	Oxoid
Sülfametoksazol/Trimetoprim	SXT25	(25 µg)	Oxoid
Oksolinik Asit	OA2	(2 µg)	Oxoid
Kanamisin	K30	(30 µg)	Oxoid
Doksisiklin	DO30	(30 µg)	Oxoid
Kloramfenikol	C30	(30 µg)	Oxoid
Streptomisin	S10	(10 µg)	Oxoid
Ampisilin	AM10	(10 µg)	Oxoid
Eritromisin	E15	(15 µg)	Oxoid
Vankomisin	VA30	(30 µg)	Oxoid
Penisilin G	P10	(10 µg)	Oxoid

Kullanılan suşlar

Çalışma da Bursa Uludağ Üniversitesi (BUÜ), Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nden (OMÜ) hasta balıklardan izole edilmiş 20 *A. hydrophila* suşu ve *A. hydrophila* ATCC 7966 referans suşu kullanılmıştır (Tablo 2.) Suşlar çalışmada kullanılıncaya kadar -80°C'de depolanmıştır (Ausubel vd., 1988).

A. hydrophila suşlarının üretim ve depolanması

Deneylerde kullanılan her suş uzun süreli saklama amacıyla, %20'lik gliserinli 2-3 ml TSB ortamında cryo tüplerde (3-6 ay), -80°C'de muhafaza edilmiştir. Depolanan bakteriler günlük kullanım için -80°C'den alınarak -20°C'de bekletildikten sonra aseptik şartlarda TSA besiyerlerine saf koloni olacak şekilde ekilmiştir. Ekimleri yapılan bakteriler 25°C'de 24 saat süreyle inkübe edilmiştir. Daha sonra günlük kullanım amacıyla maximum 7 gün süreyle +4°C'de saklanmıştır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan *A. hydrophila* suşları

Sayı	Suş kodu	İzolasyon bölgesi	İzolasyon kaynağı
Referans Suş	ATCC 7966	Amerika Birleşik Devletleri	Konserve süttten
1. Suş	AH RSKK 05049	Refik Saydam Ulusal Tıp Kültür Koleksiyonu (RSKK)	RSKK
2. Suş	AH SAHA	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
3. Suş	AH S	Akdeniz/Türkiye	Sazan Balığı
4. Suş	AH J	Akdeniz/Türkiye	Japon Balığı
5. Suş	AH 2	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
6. Suş	AH 3	Ege/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
7. Suş	AH 4	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
8. Suş	AH 12.1	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
9. Suş	AH 14	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
10. Suş	AH 15	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
11. Suş	AH 16	Karadeniz/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
12. Suş	AH 108	Ege/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
13. Suş	AH 113	İç Anadolu/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
14. Suş	AH 216	Ege/Türkiye	Kefal
15. Suş	AH 217	Ege/Türkiye	Levrek
16. Suş	AH 219	Ege/Türkiye	Tekir
17. Suş	AH 220	Ege/Türkiye	Çipura
18. Suş	AH 222	Ege/Türkiye	Kefal
19. Suş	AH 230	Ege/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı
20. Suş	AH 232	Ege/Türkiye	Gökkuşluğu Alabalığı

AH: *A. hydrophila*

ATCC: American Type Culture Collection

RSKK: Refik Saydam Ulusal Tıp Kültür Koleksiyonu

Yöntem

A. hydrophila suşların identifikasyon testleri

Farklı hasta balıklardan izole edilmiş *A. hydrophila* suşları pasajlar yapılarak gençleştirilmiştir. Gençleştirme işleminde daha önceden izole edilerek identifikasyonları yapılan ve -80°C'de tutulan *A. hydrophila* suşları aseptik şartlarda TSA besiyerine ekilerek 25°C'de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucu gençleştirilen *A. hydrophila* suşlarının ve *A. hydrophila* ATCC 7966 referans suşunun saf koloni olacak şekilde *Pseudomonas aeromonas* selective agar base (Glutamate starch phenol red agarda: GSP Agarda) sarı pigmentli koloni oluşturması ayırıcı teşhisiyle tür tespiti yapılmıştır. Ayrıca Gram boyama testi, vibriostat testi, O/F testi, suşların hareketli olup olmadıklarının belirlenmesi amacıyla lam üzerinde mikroskopta incelemeyle hareketlilik testi, katalaz testi, sitokrom oksidaz testi ile fenotipik testleriyle *A. hydrophila* suşlarının testleri yapılarak tekrar doğrulanmıştır (Cappuccino ve Sherman, 1992; Lasee, 1995; Austin ve Austin, 2016).

Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemi antibiyogram testi

Çalışmada kullanılan suşların antibiyotik duyarlılıkları Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) kriterler temel alınarak Mueller Hinton agarda Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Çalışmada *A. hydrophila* ATCC 7966 referans suşu ve *A. hydrophila* suşlarının antibiyotik direnç profilleri 28 çeşit antibiyotiğe karşı *in vitro* araştırılmıştır. Testte Gram negatif bakterilerin tedavisinde en çok tercih edilen ve literatür taramasında en çok kullanılan Sülfadiazin (SD300, 300 µg), Nalidiksik Asit (NA30, 30 µg), Enrofloksasin (ENR5, 5 µg), Cefoperazone (CEP75, 75 µg), Colistin (CT10, 10 µg), Oksitetrasiklin (T30, 30 µg), Norfloksasin N(OR:10, 10 µg), Ceftriaksone (CRO30, 30 µg), Oksasilin (OX1, 1 µg), Apramisin (APR15, 15 µg), Siprofloksasin (CIP5, 5 µg), Klindamisin (DA2, 2 µg), Tylosin (TY15, 15 µg), Flumequin (FLM30, 30 µg), Sefalotin (KF30, 30 µg), Pristinamisin (PT15, 15 µg), Nitrofurantoin (F300, 300 µg), Gentamisin (CN10, 10 µg), Sülfametoksazol/Trimetoprim (SXT25, 25 µg), Oksolinik Asit (OA2, 2 µg), Kanamisin (K30, 30 µg), Doksisisiklin (DO30, 30 µg), Kloramfenikol (C30, 30 µg), Streptomisin (S10, 10 µg), Ampisilin (AM10, 10 µg), Eritromisin (E15, 15 µg), Vankomisin (VA30, 30 µg), Penisilin G (P10, 10 µg) Oxoid marka antibiyotikleri kullanılmıştır. Mc Farland 0,5 (Biosan DEN-1) bulanıklığında hazırlanan bakteri süspansiyonundan Müller Hinton Agar (Merck) besiyerine 0,1 ml konularak besi yeri yüzeyine steril eküvyon çubuklar ile yayılması sağlanmıştır. Daha sonra petriyerler oda sıcaklığında 5-10 dakika bekletilmiştir. Agarın yüzeyine çeşitli konsantrasyonlarda farklı antibiyotikleri içeren diskler steril

pens ile yerleştirilerek 25°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. 24-48 saat süren inkübasyon sonunda diskler etrafında gelişen zonların çapları milimetrik olarak ölçülerek suşların duyarlı ve dirençli olup olmadıkları hassas (S), dirençli (R) ve orta derece de duyarlı (I) olarak CLSI, 2017 kriterlerine göre değerlendirilmiştir (Mueller ve Hinton, 1941; CLSI, 2017). Testler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Çoklu antibiyotik dirençliliği (ÇAD) indeksinin hesaplanması

Çoklu antibiyotik dirençliliği (ÇAD) "Multi Drug Resistant, MDR" indeksi test organizmalarının dirençli olduğu antibiyotik sayısının toplam kullanılan antibiyotik sayısına oranı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan ÇAD indeksi sonucunda 0,2'den daha büyük olan suşların çoklu antibiyotik dirençliliği olduğu belirlenmiştir (Krumperman, 1983; Paul vd., 1997; Ehinmidu, 2003; Matyar, 2016).

BULGULAR

Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemiyle antibiyogram testi sonuçları

A. hydrophila suşlarının zon çaplarının mm bazında ölçülerek yapıldığı bu testte farklı suşların farklı antibiyotiklere karşı oluşturdukları direnç ve duyarlılıkları belirlenmiştir (Şekil 1. ve Tablo 3.).

Araştırma sonucunda 20 *A. hydrophila* suşunun ve *A. hydrophila* ATCC 7966 referans suşunun 28 farklı antibiyotik kullanılarak yapılan antibiyogram test sonuçları incelendiğinde, her bir suşun farklı düzeyde antibiyotik duyarlılıklarının olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.). *A. hydrophila* suşlarının 28 antibiyotiğin, 14'üne duyarlı olduğu 12'sine karşı dirençli olduğu ve 2'sine orta derecede duyarlı olduğu saptanmıştır.

Çalışmada *A. hydrophila* suşlarının oksasilin'e %100, ampisilin'e %100, vankomisin'e %100, penisilin G'ye %100, klindamisin'e %95,23, tilosin'e %95,23, oksitetrasiklin'e %90,47, siprofloksasin'e %90,47, pristinamisin'e %90,47, sefalotin'e %80,95, oksolinik asit'e %80,95, nitrofurantoin'e %61,90 oranında dirençli olduğu belirlenmiştir. Yine suşlarının norfloksasin'e %100, gentamisin'e %95,23, enrofloksasin'e %95,23, flumekuın'e %90,47, kloramfenikol'e %90,47, kolistin'e %80,95, streptomisin'e %80,95, nalidiksik asit'e %71,42, sulfametoksazol/trimetoprim'e %71,42, seftriakzon'a %66,68, sefoperazon'a %52,38, sülfadiazin'e %47,61, kanamisin'e %47,61, doksisisiklin'e %42,85 oranında duyarlı olduğu saptanmıştır. Ek olarak eritromisin'e %76,19 ve apramisin'e %57,14 oranında orta derecede duyarlı olduğu bulunmuştur. Çalışmada elde edilen antibiyotik duyarlılık yüzdeleri Tablo 4'de verilmiştir.

Çoklu antibiyotik direnci (ÇAD) indeksi sonuçlarına göre *A. hydrophila* suşlarının sülfadiazin, oksitetrasiklin, oksasilin, apramisin, klindamisin, tilosin, sefalotin, pristinamisin, nitrofurantoin, sulfametoksazol/trimetoprim, oksolinik asit, ampisilin, vankomisin ve penisilin G olmak üzere 14 farklı antibiyotiğe karşı çoklu antibiyotik direncinin olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.).

Tablo 3. A. hydrophila suşlarının antibiyogram sonuçları (CLSI, 2017)

Antibiyotikler	Sensitivity; R: Resistant, S: Susceptible I: Intermediate (Zon çapı: mm) Suşlar																				
	ATCC 7966	AH RSKK 05049	AH SAHA	AH S	AH J	AH 2	AH 3	AH 4	AH 12.1	AH 14	AH 15	AH 16	AH 108	AH 113	AH 216	AH 217	AH 219	AH 220	AH 222	AH 230	AH 232
SD300	S(19)	R(0)	S(20)	R(0)	S(2)	S(16)	S(20)	S(23)	S(18)	I(14)	R(10)	R(0)	S(20)	S(22)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(18)	R(0)	I(13)
NA30	S(26)	R(0)	S(34)	S(30)	S(25)	S(27)	S(27)	S(26)	S(25)	R(0)	S(23)	R(0)	S(25)	I(18)	S(27)	S(22)	S(24)	S(21)	S(25)	R(0)	R(0)
ENR5	S(30)	S(28)	S(40)	S(34)	S(40)	S(31)	S(30)	S(30)	R(10)	S(25)	S(34)	S(35)	S(31)	S(26)	S(31)	S(34)	S(35)	S(34)	S(40)	S(33)	S(27)
CEP75	I(20)	I(19)	S(30)	I(20)	S(24)	I(20)	I(20)	S(22)	S(26)	S(29)	S(25)	I(20)	I(20)	S(30)	I(20)	S(27)	S(26)	R(14)	S(21)	S(22)	I(20)
CT10	S(12)	R(10)	S(13)	S(12)	S(12)	S(13)	S(12)	S(13)	S(14)	S(12)	R(0)	S(12)	S(11)	S(13)	S(20)	S(19)	R(0)	S(15)	S(11)	R(0)	S(13)
T30	R(0)	R(20)	I(23)	R(0)	R(20)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	I(22)	R(9)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(21)	R(0)	R(0)	R(16)	R(0)
NOR10	S(33)	S(33)	S(41)	S(33)	S(35)	S(32)	S(31)	S(32)	S(28)	S(23)	S(19)	S(32)	S(30)	S(20)	S(27)	S(34)	S(24)	S(26)	S(29)	S(24)	S(30)
CRO30	S(25)	S(42)	S(33)	S(24)	S(24)	S(26)	S(25)	S(26)	R(16)	S(31)	I(22)	S(28)	S(25)	R(18)	I(21)	S(30)	R(16)	R(15)	S(26)	R(9)	S(25)
OX1	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(9)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
APR15	I(15)	I(15)	I(15)	I(15)	R(13)	I(14)	I(15)	I(15)	S(18)	I(15)	R(12)	I(15)	I(15)	R(11)	R(13)	I(16)	S(18)	R(12)	R(13)	R(13)	I(16)
CIP5	S(35)	S(28)	S(42)	S(35)	S(38)	S(37)	S(37)	S(35)	S(34)	S(26)	S(33)	S(35)	S(36)	S(30)	S(33)	R(0)	S(37)	I(20)	S(38)	S(26)	S(29)
DA2	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(9)	R(8)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(9)	R(0)	R(0)	R(0)	S(22)
TY15	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(21)
FLM30	S(34)	S(43)	S(36)	S(35)	S(34)	S(33)	S(34)	S(34)	S(32)	R(11)	S(31)	S(34)	S(25)	S(36)	S(35)	S(29)	S(31)	S(27)	S(35)	S(27)	I(22)
KF30	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(20)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(8)	R(0)	R(0)	R(10)	S(23)	S(22)	R(0)	S(22)	R(0)	R(7)	R(0)
PT15	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(11)	R(10)	R(0)	R(0)	R(10)	R(0)	R(0)	S(25)	R(10)	R(0)	S(25)	R(11)
F300	R(0)	R(13)	S(26)	R(0)	S(21)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(20)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	S(20)	S(17)	I(15)	R(0)	S(19)	S(23)
CN10	S(20)	R(11)	S(20)	S(20)	S(20)	S(21)	S(20)	S(21)	S(24)	S(20)	S(21)	S(20)	S(21)	S(15)	S(18)	S(21)	S(24)	S(23)	S(21)	S(21)	S(22)
SXT25	S(25)	R(0)	S(29)	R(0)	S(25)	S(27)	S(24)	S(26)	S(23)	S(16)	S(26)	S(25)	S(24)	S(27)	S(26)	R(0)	R(0)	R(0)	S(27)	R(0)	S(21)
OA2	R(0)	R(0)	I(26)	R(0)	I(27)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(18)	R(0)	R(0)	I(25)	R(17)	R(20)	R(20)	I(26)	R(0)	R(22)	R(0)
K30	S(18)	S(19)	S(18)	S(18)	I(16)	I(17)	I(17)	S(18)	S(19)	S(18)	S(20)	S(18)	I(14)	R(0)	R(0)	I(14)	I(17)	R(0)	S(21)	I(14)	I(17)
DO30	I(11)	S(24)	S(24)	S(24)	S(18)	R(10)	I(12)	I(11)	S(22)	S(25)	S(16)	I(12)	R(9)	R(0)	I(12)	I(13)	S(28)	I(13)	R(10)	S(23)	R(10)
C30	S(35)	S(36)	S(37)	S(36)	S(32)	S(35)	S(35)	S(36)	S(34)	S(32)	I(16)	S(35)	S(33)	S(18)	S(28)	S(24)	S(34)	S(22)	S(39)	S(30)	R(11)
S10	S(20)	S(21)	S(22)	S(20)	S(22)	S(20)	S(20)	S(20)	S(29)	S(20)	S(25)	S(20)	S(21)	S(18)	R(10)	I(14)	S(28)	I(12)	S(21)	S(16)	R(0)
AM10	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(9)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(9)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
E15	I(15)	I(15)	I(20)	I(14)	I(17)	I(16)	I(15)	I(15)	I(22)	I(13)	I(19)	I(14)	I(14)	R(0)	R(0)	R(0)	I(21)	R(0)	I(17)	S(31)	I(22)
VA30	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)
P10	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)	R(0)

CLSI: The Clinical & Laboratory Standards Institute

R: Resistant: Dirençli, I: Intermediate: Orta duyarlı, S: Susceptible: Duyarlı

SD300: Sulfadiazine, NA30: Nalidixic Acid, ENR5: Enrofloxacin, CEP75: Cefoperazone, CT10: Colistin, T30: Oxytetracycline, NOR:10 Norfloxacin, CRO30: Ceftriaxone, OX1: Oxacillin, APR15: Apramycin, CIP5: Ciprofloxacin, DA2: Clindamycin, TY15: Tylosin, FLM30: Flumequine, KF30: Cephalothin, PT15: Pristinamycin, F300: Nitrofurantoin, CN10: Gentamicin, SXT25: Sulphamethoxazole/Trimethoprim, OA2: Oxolinic Acid, K30: Kanamycin, DO30: Doxycycline, C30: Chloramphenicol, S10: Streptomycin, AM10: Ampicillin, E15: Erythromycin, VA30: Vancomycin, P10: Penicillin G

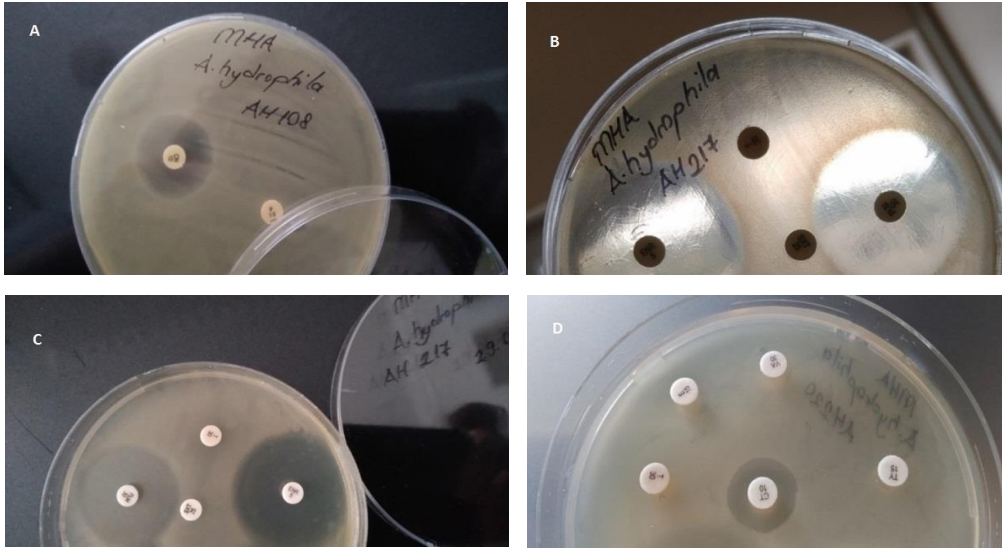
Tablo 4. Antibiyotik duyarlılık yüzdeleri ve çoklu antibiyotik direnci (ÇAD) indeksi sonuçları

Antibiyotik	Antibiyotik Dozu	Dirençli Suş Sayısı	Dirençli n (%)	Orta Duyarlı Suş Sayısı	Orta Duyarlı n (%)	Duyarlı Suş Sayısı	Duyarlı n (%)	ÇAD İndeksi
SD300	(300 µg)	9	%42,85	2	%9,52	10	%47,61	0,32
NA30	(30 µg)	5	%23,80	1	%4,76	15	%71,42	0,17
ENR5	(5 µg)	1	%4,76	0	%0	20	%95,23	0,03
CEP75	(75 µg)	1	%4,76	9	%42,85	11	%52,38	0,03
CT10	(10 µg)	4	%19,04	0	%0	17	%80,95	0,14
T30	(30 µg)	19	%90,47	2	%9,52	0	%0	0,67
NOR10	(10 µg)	0	%0	0	%0	21	%100	0
CRO30	(30 µg)	5	%23,80	2	%9,52	14	%66,68	0,17
OX1	(1 µg)	21	%100,00	0	%0	0	%0	0,75
APR15	(15 µg)	7	%33,33	12	%57,14	2	%9,52	0,25
CIP5	(5 µg)	1	%4,76	1	%4,76	19	%90,47	0,03
DA2	(2 µg)	20	%95,23	0	%0	1	%4,76	0,71
TY15	(15 µg)	20	%95,23	0	%0	1	%4,76	0,71
FLM30	(30 µg)	1	%4,76	1	%4,76	19	%90,47	0,03
KF30	(30 µg)	17	%80,95	0	%0	4	%19,04	0,60
PT15	(15 µg)	19	%90,47	0	%0	2	%9,52	0,67
F300	(300 µg)	13	%61,90	1	%4,76	7	%33,33	0,46
CN10	(10 µg)	1	%4,76	0	%0	20	%95,23	0,03
SXT25	(25 µg)	6	%28,57	0	%0	15	%71,42	0,21
OA2	(2 µg)	17	%80,95	4	%19,04	0	%0	0,60
K30	(30 µg)	3	%14,28	8	%38,09	10	%47,61	0,10
DO30	(30 µg)	5	%23,80	7	%33,33	9	%42,85	0,17
C30	(30 µg)	1	%4,76	1	%4,76	19	%90,47	0,03
S10	(10 µg)	2	%9,52	2	%9,52	17	%80,95	0,07
AM10	(10 µg)	21	%100,00	0	%0	0	%0	0,75
E15	(15 µg)	4	%19,04	16	%76,19	1	%4,76	0,14
VA30	(30 µg)	21	%100,00	0	%0	0	%0	0,75
P10	(10 µg)	21	%100,00	0	%0	0	%0	0,75

R: Resistant; D: Dirençli, I: Intermediate; O: Orta duyarlı, S: Susceptible; D: Duyarlı

ÇAD: Çoklu antibiyotik direnci indeksi

SD300: Sulfadiazine, NA30: Nalidixic Acid, ENR5: Enrofloxacin, CEP75: Cefoperazone, CT10: Colistin, T30: Oxytetracycline, NOR:10 Norfloxacin, CRO30: Ceftriaxone, OX1: Oxacillin, APR15: Apramycin, CIP5: Ciprofloxacin, DA2: Clindamycin, TY15: Tylosin, FLM30: Flumequine, KF30: Cephalothin, PT15: Pristinamycin, F300: Nitrofurantoin, CN10: Gentamicin, SXT25: Sulphamethoxazole/Trimethoprim, OA2: Oxolinic Acid, K30: Kanamycin, DO30: Doxycycline, C30: Chloramphenicol, S10: Streptomycin, AM10: Ampicillin, E15: Erythromycin, VA30: Vancomycin, P10: Penicillin G



Şekil 1. A. *A. hydrophila* AH108 suşunun gentamisin duyarlılığı penisilin direnci, B.ve C. *A. hydrophila* AH217 suşunun enrofloksasin, flumekuin duyarlılığı oksitetrasiklin, sulfametoksazol/trimetoprim direnci, D. *A. hydrophila* AH220 suşunun sadece kolistin duyarlılığı tilosin, vankomisin, eritromisin, Kloramfenikol direnci

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bakteriyel direnç her açıdan tehdittir. Son zamanlarda dünya çapında antibiyotiklere dirençli, hatta çoklu dirençli, patojenik bakterilerde bir artış söz konusudur. Su ürünleri yetiştiriciliği yönetiminde profilaktif amaçla probiyotik uygulamaları (Gatesoupe, 1999; Verschuere vd., 2000), immunostimulantlar (Sakai, 1999) ve aşular (Gudding vd., 1999; Heppell ve Davis, 2000) başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak tedavi sürecinde kullanılan antibiyotiklere karşı gittikçe gelişen direnç hastalıkların kontrol altına alınmasında yeni metotlara olan ihtiyacı arttırmıştır.

Birçok antibiyotiğe karşı gerek intrinsik, gerekse kazanılmış direnç göstererek tedaviyi zorlayan bir bakterinin antibiyotiklere direnci diğer bakterilere kolaylıkla transfer eden ve intestinal florada asemptomatik persistent kolonizasyon gösteren bu bakterilerin hastalıklardaki önemi giderek artmaktadır (Uttley vd., 1988).

Aeromonasların, penisilin G, ampisilin, karbenisilin, tikarsilin, streptomisin, sefalotin ve 1. ve 2. kuşak sefalosporinlerin çoğuna karşı dirençli olduğu; çoğu aminoglikozide, azlosilin, piperasilin kloramfenikol, tetrasiklin, sulfametoksazol/trimetoprim, kinolonlar ve 3. kuşak sefalosporinlere duyarlı oldukları belirtilmektedir. Bununla beraber her gün bu ilaçlara karşı direnç gelişmektedir. Yapılan çalışmalarla Aeromonas cinsinde çoklu direnç gelişimine neden olan R plazmidlerin varlığı saptanmıştır (Altwegg ve Jöhl, 1989). Bu çalışmada *A. hydrophila*'nın gün geçtikçe duyarlı olduğu ve tedavide önerilen başta oksitetrasiklin olmak üzere 12 antibiyotiğe karşı artık direnç kazandığı belirlenerek Altwegg ve Jöhl (1989) ile benzer sonuç vermiştir.

Sarkodie vd. (2019) 15 klinik *A. hydrophila* suşu 12 antibiyotik sınıfı olmak üzere 25 farklı antibiyotiğe karşı antibiyotik hassasiyetleri açısından incelenmiş ve neredeyse birçok antibiyotiğe karşı direnç geliştirdiğini bulmuşlardır. Suşların aminoglikozid sınıfına karşı % 97,7 duyarlılık, β -laktam'a %96,7 yüksek direnç, %60,0 polipeptide orta direnç gösterdiğini bildirmişlerdir. Hatta *A. hydrophila* hastalıklarının tedavisinde penisilinden ve tetrasiklinden kaçınılması gerektiğini savunmuşlardır. Çalışmamızda da benzer durum söz konusu olup *A. hydrophila* suşlarının nerdeyse yarısının çalışmada kullanılan tüm antibiyotiklere direnç geliştirdiği görülmüştür ve penisilin G (%100) ve oksitetrasiklin'e (%90,47) karşı görülen yüksek düzeydeki direnç Sarkodie vd. (2019) bulgularını desteklemektedir.

Hossain vd. (2019) tarafından zebra balığı kaynaklı 43 *Aeromonas spp.* (26 *A. veronii biovar veronii*, 3 *A. veronii biovar sobria*, 8 *A. hydrophila*, 3 *A. caviae* ve 1 *A. dhakensis*) suşlarının antibiyogramı, antimikrobiyal direnç genleri ve integronları çalışılmıştır. Suşların amoksisilin'e %100,00, nalidiksik asit'e %100,00, oksitetrasiklin'e %100,00, ampisilin'e %93,02, tetrasiklin'e %74,42, rifampisin'e %67,44 ve imipenem'e %65,15 oranında dirençli oldukları bildirilmiştir. Araştırmamızda da Hossain vd. (2019)'a benzer olarak oksitetrasiklin'e 19 suşun (%90,47), ampisilin'e 21 suşun (%100,00) direnç gösterdiği bulunmuştur. Araştırma sonucumuzda Hossain vd. (2019)'den farklı olarak nalidiksik asit'e sadece 5 suşun (%23,80) direnç gösterdiği saptanmıştır.

Radu vd. (2003) balıklarda Aeromonas hastalıklarında antibiyotik direncini araştırmış ampisilin, karbenisilin, eritromisin ve streptomisine karşı oldukça dirençli olduğunu bildirmiştir. Araştırmamızda da Radu vd. (2003) çalışmasıyla benzer olarak ampisiline karşı 21 suşla yüksek direnç görülürken söz konusu çalışmadan farklı olarak *A. hydrophila* suşlarının streptomisine karşı duyarlı olduğu, eritromisine karşı orta derecede duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Aeromonas suşları genel olarak aminoglikozitlere duyarlı olarak bilinmektedir (Laith ve Najiah, 2013). Akşit ve Kum (2008) test ettikleri Aeromonas suşlarının tamamının gentamisine duyarlı olduğunu saptamışlardır. Araştırmamızdaki sonuçlarda da benzerlik söz konusu olup bir aminoglikozit olan gentamisine karşı suşların %95,23'i (20 suş) gentamisine duyarlı olduğu saptanmıştır.

Durmaz ve Türk (2009) streptomisin, oksitetrasiklin ve nitrofurantoin gibi antibiyotiklere karşı Motil Aeromonaslar'ın oldukça direnç kazandıklarını saptamıştır. Araştırmamızda benzer şekilde oksitetrasiklin'e ve nitrofurantoin'e karşı direnç görülmüştür ancak farklı olarak streptomisin'e duyarlı olduğu görülmüştür.

Del Castillo vd. (2013) *A. hydrophila*'nın ÇAD plazmitini taşıdığını belirlediğini bildirmiştir. Araştırmada da 28 antibiyotikten 14'üne karşı suşların geliştirdiği çoklu antibiyotik direncinin tespiti bu ifadeyi desteklemektedir.

Zhu vd. (2020) tarafından *A. hydrophila*'nın neden olduğu septiseminin tedavisinde ÇAD probleminin son on yılda katlanarak arttığını ve endişe verici bir orana ulaştığını bildirerek hasta balıklardan izole ettikleri suşların antibiyotik hassasiyetlerinin tüm suşlarda farklılık gösterdiğini her

suşun farklı bir antibiyotiğe dirençli olduğu rapor edilmiştir. Yapılan bu çalışmada da benzer bir durum söz konusu olup her suşun farklı bir antibiyotiğe dirençli olduğu bulunmuş ve bu dirençli suşların antibiyotik sayısının toplam kullanılan antibiyotik sayısına oranıyla 14 antibiyotiğe çoklu antibiyotik direnci geliştirdiği saptanmıştır.

Araştırmamızda suşların ÇAD indekslerine bakıldığında sülfadiazin (9 suş), oksitetrasiklin (19 suş), oksasilin (21 suş), apramisin (7 suş), klindamisin (20 suş), tilosin (20 suş), sefalotin (17 suş), pristinamisin (15 suş), nitrofurantoin (13 suş), sülfametaksazol/trimetoprim (6 suş), oksolinik asit (17 suş), ampisilin (21 suş), vankomisin (21 suş), penisilin G (21 suş) antibiyotiklerine karşı *A. hydrophila* suşlarının çoklu antibiyotik direncinin olduğu belirlenmiştir.

Thenmozhi vd. (2014) 21 *A. hydrophila* suşu 12 antibiyotiğe karşı test etmişler ve *A. hydrophila* suşlarının çoklu antibiyotik direncinin varlığını göstermişlerdir. 21 suşun tamamının ampisilin'e 0,5-1,0 ÇAD indeksiyle en yüksek çoklu antibiyotik direnci gösterirken siprofloksasin'e 0,1 suşun ve gentamisin'e 0,07 karşı çoklu antibiyotik direnç göstermediğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarımız *A. hydrophila* suşlarının ampisilin'e 0,75 çoklu direnç gösterip siprofloksasin'e 0,3 ve gentamisin'e 0,14 karşı çoklu antibiyotik direnç geliştiremediğinin tespitiyle Thenmozhi vd. (2014) bulgularını desteklemektedir.

Kaskhedikar ve Chhabra, (2010) aminoglikozidler, sefalosporinler, nitrofurantoin, fluroquinolones, kloramfenikol, sülfonamidler, tetrasiklinler, penisilin ve polimiksin olmak üzere 9 farklı antibiyotik grubuna ait 14 antibiyotiğe karşı *A. hydrophila* suşlarının antibiyogram testini yapmışlar ve tüm *A. hydrophila* suşlarında çoklu antibiyotik direnci olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda da benzer durum söz konusu olup nitrofurantoin'e 0,46 indeksiyle, tetrasiklin'e 0,67 indeksiyle, penisilin'e 0,75 indeksiyle bu antibiyotiklere karşı 0,2 indeksinin üzerinde sonuçların bulunmasıyla çoklu antibiyotik direnci tespit edilmiştir ve Kaskhedikar ve Chhabra, (2010) bulgularını desteklemektedir.

Araştırma bulgularımızla *A. hydrophila* bakterisinin yüksek oranda çoklu antibiyotik dirençliliği taşıdığı görülmüştür. Söz konusu bakterinin dirençlilik genleri açısından taşıyıcı olması nedeniyle, gen transfer yöntemleriyle sahip oldukları dirençlilik genlerini fırsatçı diğer bakterilere aktarması açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır.

Onuk vd. (2017) farklı oranlarda antibiyotik direncinin saptanmış olması hem balık hem de insan hastalıklarının tedavisinde uygun antimikrobiyal ajanların seçilmesinin önemini ortaya koymakla birlikte *Aeromonas* türleri için etkin ulusal antimikrobiyal direnç izleme sistemlerine ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda da benzer durum söz konusu olup farklı oranlarda ilaç direnci tespit edilmiştir ve sonuçlarımız Onuk vd. (2017)'nin bu ifadesini desteklemektedir.

Theguardian (2020), antibiyotik direnci hakkında yapılan araştırmalar kapsamında yeni antibiyotikler geliştirilemezse, 2050 yılına kadar her yıl 10 milyon canlının hastalıklardan dolayı risk altında olabileceği konusunda uyarıda bulunmuşlardır. Öte yandan en güçlü veya en zeki olan değil, değişime en çok uyum sağlayabilen hayatta kalır ifadesini bildiren Megginson (1963) bakterilerde çevrenin değişimine uyum sağlamış antibiyotik direncini neredeyse zirveye çıkarmıştır. Günümüzde 400 farklı mikroorganizmaya ait 20.000'in üzerinde potansiyel direnç geninin (R geni) varlığı bilinmekte olup (Aksoy, 2015) antibiyotik direnci sadece bugünü değil geleceği de ilgilendiren ve tüm dünyayı tehdit eden önemli bir sorundur. Biyofilm matriksinde bulunan ve enfeksiyona neden olan bakterilerin antibiyotik dirençlilik problemi, yüz yüze kaldığımız büyük problemlerden birisidir (Costerton vd., 1999).

Antibiyotiklere bu denli direnç kazanmış *A. hydrophila*'yla savaşta artık yeni önlemlerin geliştirilmesi ve söz konusu patojen üzerinde fenomen stratejilerin denenmesi şarttır. Hastalıklarla mücadelede yeni stratejilerin geliştirilerek denenme süreci devam ederken bu araştırma sorusunun sonuçlarıyla hastalıkların tedavisinde doğru antibiyotik seçimine yön verileceği ve hastalığın tedavi sürecine katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

Teşekkür: Bu çalışma doktora tezinden özetlenmiştir. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1002 Hızlı Destek Programı kapsamında 119O671 Proje Nosuyla desteklenmiştir. Araştırma da kullanılan *A. hydrophila* suşları Bursa Uludağ Üniversitesi (BUÜ)'nin, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ)'nin ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ)'nin değerli Öğretim Elemanları tarafından temin edilmiş olup kendilerinin şahıslarına ve bağlı oldukları Üniversitelerine teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Agger, W.A., McCormick, J.D., & Gurwith, M.J. (2018). *Aeromonas hydrophila* ilişkili ishali klinik ve mikrobiyolojik özellikleri. *Journal Clinical Microbiology*.
- Aksoy, A. (2015). Antibiyotik Direnci Özel Sayısı. *Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri-Farmakoloji ve Toksikoloji-Özel Konular*, 15(1).
- Akşit, A., & Kum, V. (2008). Gökkuşluğu Alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792)'nda sık görülen patojen mikroorganizmaların tespiti ve antibiyotik duyarlılık düzeylerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1), 1-7.
- Alcaide, E., Blasco, M.D., & Esteve, C. (2005). Occurrence of drug-resistant bacteria in two European eel farms. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(6), 3348-3350. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.6.3348-3350.2005>
- Altwegg, M., & Jöhl, M. (1989). Isolation frequency of *Aeromonas* species in relation to patient age, *Notes*, 6, 55.
- Andersson, D. I., Balaban, N. Q., Baquero, F., Courvalin, P., Glaser, P., Gophna, U., ... & Tønnum, T. (2020). Antibiotic resistance: turning evolutionary principles into clinical reality. *FEMS Microbiology Reviews*, 44(2), 171-188.
- Angulo, F.J., & Griffin, P.M. (2000). Changes in antimicrobial resistance in *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium*. *Emerging Infectious Diseases Journal*, 6, 436-438.
- Angulo, F.J., Nargund, V.N. & Chiller, T.C. (2004). Evidence of an association between use of anti-microbial agents in food animals and anti-microbial resistance among bacteria isolated from humans and the human health consequences of such resistance. *Journal of Veterinary Medicine*, 51(8-9), 374-379. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2004.00789.x>
- Austin, B., & Austin, D.A. (2016). Bacterial fish pathogens. 6. th edition. Springer International Publishing, Switzerland, pp: 21-82, 161-321, 323-396, 643-721.
- Ausubel, F., Brent, R., Kingston, R., Moor, D., Seidman, J., Smith, J., & Stauble, K. (1988). Current Protocols in Molecular Biology. New York: Wiley Intersciences.
- Baran, I., Timur, M., Aydın, N., İstanbulluoğlu, E. and Aydıntuğ, M.K. 1980. Çifteler-Sakaryabaşı balık üretim ve araştırma istasyonunda, alabalıklarda (*Salmo gairdneri*) görülen bakteriyel hemorajik septisemi hastalığı üzerine incelemeler. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 27(1), 467-473.
- Boran, H., Terzi, E., Altınok, I., Capkin, E. and Bascinar, N. 2013. Bacterial diseases of cultured mediterranean Horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) in sea cages. *Aquaculture*, 396, 8-13.
- Cabello, F.C. (2006). Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. *Environmental microbiology*, 8(7), (pp. 1137-1144). <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2006.01054.x>
- Cappuccino, J.G., & Sherman, N. (1992). Biochemical activities of microorganisms. In: Microbiology, A Laboratory Manual. The Benjamin/Cummings Publishing Co. California, USA. 76 s.
- Castro, G. (2002). Characterisation of *Aeromonas* spp. isolated from frozen fish intended for human consumption in Mexico. *International Journal of Food Microbiology*, 2612, 1-9.
- Clark, N.M., & Chenoweth, C.E. (2003). *Aeromonas* infection of the hepatobiliary system: Report of 15 cases and review of the literature. *Clinical Infectious Diseases*, 37, 506-13.
- CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute), (2017). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 27th ed., CLSI Supplement M100, USA.
- Costerton, J.W., Stewart, P.S., Greenberg, E.P. (1999). Bacterial Biofilms: A common Cause of Persistent Infections, *Science*, 284, 1318-1322.
- Davies, A., Capell, C., Jehanno, D., Nychas, G.J.E., & Kirby, R.M. (2001). Incidence of Foodborne Pathogens on European Fish, *Food Control*, 12, 67-71.
- Del Castillo, C. S., Hikima, J. I., Jang, H. B., Nho, S. W., Jung, T. S., Wongtavatchai, J., ... & Aoki, T. (2013). Comparative sequence analysis of a multidrug-resistant plasmid from *Aeromonas hydrophila*. *Antimicrobial Agents*, 57(1), 120-129.
- Duman, M. (2017). Gökkuşluğu Alabalıklarında Görülen Motil *Aeromonas* (*Aeromonas hydrophila*, *A. sobria*, *A. caviae*), *Yersinia ruckeri* ve *Lactococcus garvieae* Bakterilerinin Antimikrobiyal Duyarlılıkları ve Duyarlılıkta Rol Oynayan Genlerin Tespiti. Doktora Tezi, T.C. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Durmaz, Y. & Türk, N. (2009). Alabalık İşletmelerinden Motil *Aeromonas*ların İzolasyonu ve Antibiyotiklere Duyarlılıklarının Saptanması, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Research Article, 15(3), 357-361.
- Ehinmidu, J.O. (2003). Antibiotics Susceptibility Patterns of Urine Bacterial Isolates in Zaria, Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 2(2), 223-228.
- Erer, H. (2002). Balık Hastalıkları. 2. baskı, Selçuk Üniv. Basimevi, Konya.
- Gatesoupe, F.J. (1999). The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, 180, 147- 165.

- Gudding, R., Lillehaug, A., & Evensen, Ø., (1999). Recent developments in fish vaccinology. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 72, 203-212.
- Güvener, R.P. (2001). A study on the diagnosis of the aeromonad enfections in some aquarium fishes. Msc. thesis. Istanbul University.
- Heppell, J., & Davis, H.L. (2000). Application of DNA Vaccine Technology to Aquaculture. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 43, 29-43.
- Hossain, S., Dahanayake, P.S., De Silva, B.C.J., Wickramanayake, M.V.K.S., Wimalasena, S.H.M.P., & Heo, G.J. (2019). Multidrug resistant *Aeromonas* spp. isolated from zebrafish (*Danio rerio*): antibiogram, antimicrobial resistance genes and class 1 integron gene cassettes. *Letters in applied microbiology*, 68(5), 370-377.
- Kashhedikar, M., & Chhabra, D. (2010). Multiple drug resistance in *Aeromonas hydrophila* isolates of fish. *Food Microbiology*, 28, 157-168.
- Ko, W.C., Lee, H.C., Chuang, Y.C., Liu, C.C., & Wu, J.J. (2000). Clinical features and therapeutic implications of 104 episodes of monomicrobial *Aeromonas* bacteremia. *Journal of Infectious*, 40, 267-73.
- Korun, J., & Toprak, H.B. (2010). Kültürü yapılan gökkuşuğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*)'nin bağırsağından izole edilen hareketli *Aeromonas* suşlarının antibiyotik hassasiyetleri üzerine NACI'un etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2), 193-198.
- Krumperman, P.H. (1983). Multiple Antibiotic Resistance Indexing of *Escherichia coli* to Identify HighRisk Sources of Fecal Contamination of Food. *American Society for Microbiology, Applied Environmental Microbiology*, 46(1), 165-170.
- Kusdarwati, R., Kurniawan, H., & Prayogi, Y.T. (2017). Isolation and identification of *Aeromonas hydrophila* and *Saprolegnia* sp. on catfish (*Clarias gariepinus*) in floating cages in Bozem Moro Krembangan Surabaya. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 55(1) p. (012038). IOP Publishing.
- L'Abée-Lund, T.M., & Sorum, H. (2001). Class 1 integrons mediate antibiotic resistance in the fish pathogen *Aeromonas salmonicida* worldwide. *Microbial Drug Resistance*, 7(3), 263-272. <https://doi.org/10.1089/10766290152652819>.
- Laith, A.R., & Najiah, M. (2013). *Aeromonas hydrophila*: antimicrobial susceptibility and histopathology of isolates from diseased catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell). *Journal of Aquaculture Research and Development*, 5(2), 1-7. <https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000215>.
- Lasee, B. A., (1995). Introduction To Fish Health Management, U.S. Fish and Wildlife Service La Crosse Fish Health Center 555, Lester Avenue Onalaska, Wisconsin, 54650.
- Lehone, L., & Rawlin, G.P. (2000). Fish Diseases and Human Health in Aquaculture, *Medical Journal of Australia*, 173(5), 256-259.
- Lukistyowati, I. (2012). Pelacakan Gen Aerolysin dari *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Mas yang Diberi Pakan Ekstrak Bawang Putih (Detection of Aerolysin Gen from *Aeromonas hydrophila* In Common Carp Fed With Garlic Extract). *Jurnal Veteriner Maret*, 13(1), 43-50.
- Mancini, M.A., Galetto, M., & Gonzalez Quintana, H. (1997). Identification, clinical signs and histopathological lesions of *Aeromonas hydrophila* in fishes (*Odontesthes bonariensis*). *Revista de Medicina Veterinaria Buenos Aires*, 78(1), 65-68.
- Mathewson, J.J., & Dupont, H.L. (1992). *Aeromonas* species: role as human pathogens, In: Remington, J.S., Swartz, M.N. (eds.), *Current Clinical Topics in Infectious Diseases*, Vol12e. Cambridge: Blackwell Scientific. pp 26-36.
- Matyar, F. (2016). Hastane Kanalizasyonlarından İzole Edilen Gram-negatif Bakterilerin Tiplendirilmesi ve Çoklu Antibiyotik Dirençliliklerinin Saptanması. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(10),845-849.
- Mueller, H.J. & Hinton, J. (1941). A protein-free medium for primary isolation of the Gonococcus and Meningococcus. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 48, 330-333.
- Naylor, R., & Burke, M. (2005) Aquaculture and ocean resources: raising tigers of the sea. *Annual Review of Environment and Resources*, 30,185-218.
- Onuk, E.E., Fındık, A., Turk, N., Altun, S., Korun, J., Ozer, S., Avsever, M.L. ve A. Ciftci, "Molecular identification and determination of some virulence genes of *Aeromonas* spp. in fish and water from Turkish coastal regions." *Revue de Medecine Veterinaire* 164 (4): 200-206. (2013)
- Onuk, E.E., Tanrıverdi Çaycı, Y., Çoban, A.Y., Çiftci, A., Balta, F., Didinen, B.I., & Altun, S., (2017). Balık ve yetiştirme suyu kökenli *Aeromonas* izolatlarının antimikrobiyal duyarlılıklarının saptanması. Kısa Bilimsel Çalışma/Short Communication, *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 64, 69-73.
- Öztürk, R.Ç., & Altınok, İ. (2014). Bacterial and viral fish diseases in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(1), 275-297.
- Öztürk, D., Adanır, R., & Turutoğlu, H. (2007). Bir sazan (*Cyprinus carpio*) işletmesinde *Aeromonas hydrophila* izolasyonu ve antibiyotik duyarlılığı. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, at Mugla.

- Paul, S., Bezbaruah, R.L., Roy, M.K., & Ghosh, A.C. (1997). Multiple antibiotic resistance (MAR) index and its reversion in *Pseudomonas aeruginosa*. *Letters in Applied Microbiology*, 24, 169-171.
- Petersen, A., Andersen, J.S., Kaewmak, T., Somsiri, T., & Dalsgaard, A. (2002). Impact of integrated fish farming on antimicrobial resistance in a pond environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 6036-6042.
- Poobalane, S., Thompson, K.D., Ardo, L., Verjan, N., Han, H.J., & Jeney, G. et. al. (2010). Production and efficacy of an *Aeromonas hydrophila* recombinant S-layer protein vaccine for fish. *Vaccine*, 28, 3540-7.
- Radu, S., Ahmad, N., Ling, F.H., & Reezal, A. (2003). Prevalence and resistance to antibiotics for *Aeromonas* species from retail fish in Malaysia. *International Journal of Food Microbiology*, 81(3), 261-266. [https://doi.org/10.1016/s0168-1605\(02\)00228-3](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00228-3).
- Rasko, D., & Sperandio, V. (2010). Anti-Virulence Strategies to Combat Bacteria-Mediated Disease, *Nature Reviews Drug Discovery*, 9, 117-128.
- Rehulka, J. (2002). *Aeromonas* causes severe skin lesions in Rainbow trout, Clinical pathology, haematology and biochemistry, *Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology*, 71, 351-360.
- Roberts, R.J., & Shepherd, C.J. (2001). Alabalık ve Salmon Hastalıkları (Handbook of Trout and Salmon Diseases), (Çevirmen: Vatansver, H.). Akademi-UĞURER Tarımsal Kitap Tanıtım ve Pazarlama Hizmetleri, Kayseri, s.254.
- Sağlam, Y.S., Işık, N., Arslan, A., & Erer, H. (2006). Erzurum Bölgesindeki Gökkuşuğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) *Aeromonas hydrophila* ve *Yersinia ruckeri* İzolasyonu ve Patolojik İncelemeler. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1(1-2), 6-10.
- Sakai, M. (1999). Current status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172, 63-92.
- Sarkodie, E.K., Zhou, S., & Chu, W. (2019). N-Acylhomoserine Lactones (AHLs), QseB/C Gene Detection, Virulence Factors and Antibiotics Resistance of *Aeromonas hydrophila*. *Advances in Microbiology*, 9(05), 495.
- Sorum, H. (2006) Antimicrobial drug resistance in fish pathogens. In Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin. Aarestrup, F.M. (ed.). Washington, DC, USA: American Society for Microbiology Press, pp. 213-238 (Chapter 13).
- Theguardian, (2020). Antibiotics Powerful antibiotic discovered using machine learning for first time, <https://www.theguardian.com/society/2020/feb/20/antibiotic-that-kills-drug-resistant-bacteria-discovered-through-ai> Son erişim tarihi: 01.08.2020.
- Thenmozhi, S., Rajeswari, P., Kumar, B. S., Saipriyanga, V., & Kalpana, M. (2014). Multi-drug Resistant Patterns of Biofilm Forming *Aeromonas hydrophila* from Urine Samples. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(7), 2908.
- Timur, M. (1983). An outbreak of disease of farmed eel (*Anguilla anguilla*) due to *Aeromonas hydrophila* in Turkey. Histopathological and bacteriological studies. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 30(3), 361-367.
- Uttley, A.H., Collins, C.H., Naidoo, J., George, R.C. (1988). Vancomycin-resistant enterococci, *The Lancet*, 1, 57-58.
- Werner, S.B., & Rutherford, G.W. (1990). *Aeromonas* wound infections associated with outdoor activities California, *California Department of Health Care Services*, 39(20), 334-335.
- Witte, W. (2000). Selective pressure by antibiotic use in livestock. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 16, S19-S24.
- Zhu, W., Zhou, S., & Chu, W. (2020). Comparative proteomic analysis of sensitive and multi-drug resistant *Aeromonas hydrophila* isolated from diseased fish. *Microbial Pathogenesis*, 139, 103930. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103930>.

Effect on growth Performance of *Clarias gariepinus* Juveniles Fed Fermented Mango Seed Kernel Diet at Different Inclusion Level

Augustine Eyiwunmi FALAYE¹, Shakiru Okanlawon SULE^{2*}, Mamady KOUROUMA³

¹Department of Aquaculture and Fisheries Management University of Ibadan, Ibadan, Nigeria.

^{2*}Department of Forestry, Wildlife, and Fisheries, Olabisi Onabanjo University, Ayetoro Campus, Ogun State, Nigeria.

³National Agency for Aquaculture, Ministry of Aquaculture and Fisheries Economic Maritime, Guinea.

*Corresponding Author: okanlawon.sule@yahoo.com sule.okanlawon@oouagoiwoye.edu.ng

Research Article

Received 11 September 2020; Accepted 01 March 2021; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Falaye, A. E., Sule, S.O & Kourouma, M. (2021). Effect on growth performance of *Clarias gariepinus* juveniles fed fermented mango seed Kernel Diet at different inclusion level. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 214-220. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.793887>

Abstract

The main objective of this research was in the utilization of agro-wastes from fruit processing and consumption. This waste has resulted to environmental nuisance and the need for incorporation into aquaculture feed as energy source is inevitable. The utilization of waste from fruit processing can be used to reduce the cost of feed production. This research utilized fermented Mango Seed Kernel Meal (MSKM) as a replacement for maize in the diets of *Clarias gariepinus* juveniles. A 40% isonitrogenous diet was formulated at inclusion levels of T₁ (0%), T₂ (25%), T₃ (50%), T₄ (75%), and T₅ (100%) MSKM and fed at 3% body weight. One hundred and fifty (150) *Clarias gariepinus* juveniles average, the weight of 10.00g±0.14 were randomly allocated to Treatments in plastic tanks (49x33.5x33.5cm) at 10 fish per treatment/tank in triplicate. Mean Weight Gain (MWG) was highest in T₁ (756.37±13.61g) and significantly differs (P<0.05) from other treatments. Feed Conversion Ratio (FCR) was highest in T₄ (1.46±0.18g) and lowest in T₁ (0.99±0.01g). Specific Growth Rate (SGR) was significantly different in T₄ when compared to other treatments. Feed intake and feed cost decreased with the inclusion level of MSKM while net profit was not significantly different (P>0.05) in T₁ and T₃. Profit index and net profit were significantly compared in T₂, T₃, and T₅. The diet showed no implication on fish survival. In conclusion, the growth performance of Catfish could be improved by substituting MSKM at 50% level without implication on cultured fish.

Keywords: Agro-waste, Catfish, Feedstuff, *Mangifera indica*.

Clarias gariepinus Balıklarının Yemlerine Farklı Düzeylerde Fermente Mango Çekirdeği ile Beslemenin Yavruların Büyüme Performansına Etkisi

Bu araştırmanın amacı, meyve işleme ve tüketiminden kaynaklanan tarımsal atıkların değerlendirilmesidir. Bu atıklar çevresel rahatsızlıklara yol açmaktadır ve bu ürünlerin su ürünleri yemlerine enerji kaynağı olarak katılması düşünülmüştür. Meyve işlemeden kaynaklanan atıkların kullanımı üç tekerrürlü olarak tanklarda yürütülmüştür. Ortalama Ağırlık Kazancı (MWG) en yüksek T₁ (756.37 ± 13.61g) grubunda tespit edilmiş ve diğer gruplarla önemli derecede farklı bulunmuştur (P < 0.05). Yem Dönüşüm Oranı (FCR) en yüksek T₄ (1.46 ± 0.18 g) ve en düşük T₁ (0.99 ± 0.01 g) grubundan elde edilmiştir.

Spesifik Büyüme oranı (SGR) T₄ grubunda diğer gruplara göre önemli ölçüde farklı bulunmuştur. Yem alımı ve yem maliyeti, MSKM'nin dahil edilme seviyesi ile azalırken, net kar T₁ ve T₃ grubunda benzerdi (P > 0.05). Deneme yemleri, balıkların hayatta kalması üzerinde hiçbir etki göstermedi. Sonuç olarak, yayın balıklar üzerinde herhangi bir etki yapmadan MSKM'nin% 50 seviyesinde ikame edilmesi büyüme performansını iyileştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal atık, Yayın balığı, Yem hammaddesi, *Mangifera indica*

INTRODUCTION

Utilizing cheaper alternative energy feedstuffs can reduce fish feed cost which is of paramount importance and imperative. Carbohydrates feedstuffs abound in nature and are important in animal feeds formulation to meet their nutritional requirement for growth and physiological processes of life. Carbohydrates are the major source of dietary energy for terrestrial animals; however, the ability of fish to utilize carbohydrates varies among fish species (NRC, 1993). Maize is a cereal crop consumed by man and livestock. The increasing prohibitive cost of maize due to human and livestock competition has necessitated the need to search for an alternative source of energy in livestock nutrition. Hence the need to explore cheaper energy sources to replace expensive cereals in fish feed

formulation (Falaye, 1992). Researches have documented the utilization of plant sources and agricultural wastes such as plantain peel meal (Falaye and Oluruntuyi, 1998); cassava leaves (Bichi and Ahmadu, 2010); maize brans (Falaye, 1998); cocoa pod husk (Falaye and Jauncey, 1999); MSKM and palm kernel meal (Omeregic, 2001); mango peel meal (Omojowo et al., 2010) and star apple (Jimoh et al., 2013) in aquaculture as an energy source which had relieved the food feed competition between man and animal and profit maximization in production operations.

Falaye (1992) reported that large quantities of these crop residues and agro-industrial wastes that can be utilized as diet components are wasted annually. The ready availability and digestibility of maize made it a choice in human and livestock nutrition. The rising cost of maize and its accompanying scarcity is making it increasingly uneconomical to utilize it for livestock including fish (Sotolu and Byanyiko, 2010). The abundance of MSKM could serve as an alternative energy source, therefore, contribute huge benefit for the sustainability of the aquaculture industry, if harnessed. Research is lacking on the use of MSKM in the catfish diet. Hence this study evaluated the growth response of *Clarias gariepinus* juvenile fed fermented MSKM at varying inclusion levels in replacement for maize.

MATERIAL AND METHODS

Experimental design and trial experiment

Mango Seed was collected from the local market in the Ibadan metropolis and the kernel of the samples obtained by cutting the seed coat using a kitchen knife. The Mango Seed Kernel (MSK) obtained was fermented for 72 hours at 100 g/L of water in a container for 3 days with water exchange at 8 hours intervals and sundried. A 40% crude protein experimental diet was prepared at different inclusion levels of MSKM (0, 25, 50, 75, and 100%) (Table 2).

The feeding trial was conducted in Laboratory C, Department of Aquaculture and Fisheries Management; University of Ibadan, for 12 weeks duration. *Clarias gariepinus* juveniles were obtained from a reputable fish farm were acclimated for two weeks in the rectangular plastic tank of 35 liters (49x33.5x33.5 cm). A total of One Hundred and Fifty (150) *C. gariepinus* juveniles (10.00±0.14 g) were allotted randomly in replicate at ten fish per treatment (T₁, T₂, T₃, T₄, and T₅) in a complete randomized design.

Fish were fed at 3% body weight daily. The weight of each experimental tank fish was taken biweekly using an electronic weighing scale. The water quality parameters were measured and recorded biweekly, between 8:00-10:00 am using API® Freshwater Master Test Kit. The proximate composition of experimental diets and fish carcass were analyzed according to AOAC (2005). Metabolizable energy value was calculated according to Ponzenga (1985). Amino Acid profile of feed was determined as described by Benitez (1989) using Applied Biosystems PTH Amino Acid Analyzer. Mineral analysis of feed was by the use of Nitric acid and perchloric acid for Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, and Zinc. K and Na and P were determined by molybdo-vanado method using the Atomic Absorption Spectrophotometer.

Table 1: Nutritional composition of Fermented Mango Seed Kernel Meal and Maize.

	MSKM	Maize
Crude protein %	5.95	9.00
Ether extract %	14.90	5.40
Crude fibre %	9.80	2.96
Ash %	1.10	2.10
Moisture content %	35.46	12.00
Nitrogen Free Extract (NFE)	32.79	68.54
Energy (Kcal/kg)	2586.62	3176.62

Energy calculation: (37%Crude protein) + (81.8%ether extract) + (35%NFE)

Table 2: Diet composition and nutritional profile of experimental diet.

	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Treatment 5
Maize	26.55	19.90	13.28	6.65	0
Mango seed meal	0	6.65	13.28	19.9	26.55
Soybean meal	23.53	23.53	23.53	23.53	23.53
Groundnut cake meal	23.53	23.53	23.53	23.53	23.53
Fish meal	23.53	23.53	23.53	23.53	23.53
Bone meal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Oyster Shell	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Salt	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premix	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Methionine	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
lysine	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Chemical analysis					
Moisture Content (%)	1.90 ^a	1.68 ^c	0.97 ^e	1.20 ^d	1.79 ^b
Crude Protein (%)	39.88 ^a	39.34 ^a	39.10 ^a	39.53 ^a	39.21 ^a
Crude Fat (%)	4.12 ^d	4.02 ^e	4.79 ^b	4.98 ^a	4.72 ^c
Crude Fibre (%)	5.77 ^c	5.02 ^d	6.60 ^b	6.80 ^a	5.79 ^c
Ash Content (%)	30.89 ^c	31.19 ^b	29.81 ^d	32.21 ^a	29.51 ^c
N.F.E (%)	17.44 ^b	18.75 ^a	18.72 ^a	15.28 ^c	18.98 ^a
Energy (kcal)	2422.74 ^c	2440.67 ^b	2493.69 ^a	2404.89 ^d	2501.17 ^a
Amino acid analysis					
Leucine (g/100g)	7.18	6.48	6.07	6.94	6.89
Lysine (g/100g)	4.29	3.42	3.18	3.92	4.11
Isoleucine (g/100g)	3.66	3.14	2.94	3.30	3.44
Phenylalanine (g/100g)	4.25	3.37	3.19	3.72	4.08
Tryptophan (g/100g)	0.97	0.81	0.70	0.86	0.92
Valine (g/100g)	3.59	3.05	3.10	3.15	3.39
Methionine (g/100g)	2.27	2.08	2.00	2.13	2.24
Proline (g/100g)	3.35	2.84	2.64	3.14	3.04
Arginine (g/100g)	6.36	4.64	4.47	4.98	5.16
Tyrosine (g/100g)	3.95	3.09	2.92	3.26	3.09
Histidine (g/100g)	2.23	2.11	1.98	2.01	2.17
Cystine (g/100g)	1.09	0.84	0.84	0.90	0.97
Alanine (g/100g)	4.36	3.56	3.71	3.94	4.02
Glutamic acid (g/100g)	9.61	8.78	7.87	9.98	9.08
Glycine (g/100g)	3.51	2.90	2.54	3.11	3.37
Threonine (g/100g)	3.11	2.94	3.16	2.99	2.94
Serine (g/100g)	3.46	3.00	2.89	3.45	3.29
Aspartic acid (g/100g)	7.41	6.54	6.14	6.88	6.94
Mineral analysis					
Ca (%)	8.325	7.975	8.588	8.363	8.963
Mg (%)	0.202	0.238	0.261	0.263	0.286
K (%)	1.025	0.925	0.850	0.928	0.900
Na (%)	0.800	0.701	0.750	0.725	0.775
Mn (mg/kg)	149.00	124.50	173.50	127.50	141.50
Fe (mg/kg)	537.00	660.00	515.00	535.00	700.00
Cu (mg/kg)	5.50	10.35	10.25	10.85	11.45
Zn (mg/kg)	62.45	11.65	44.20	41.15	47.90
P (%)	1.073	1.053	1.081	1.119	1.094

Ca: calcium; Mg: magnesium; K: potassium; Na: sodium; Mn: manganese; Fe: iron; Cu: copper; Zn: zinc; P: phosphorus

Statistical Analysis: Data resulting from the experiment was subjected to a one-way analysis of variance (ANOVA). Duncan’s multiple range test was used to test for differences among means (P=0.05) using IBM SPSS version 20.

RESULTS

The proximal analysis of fermented MSKM indicated lower crude protein, ash, NFE, and energy to maize (Table 1). The result of the proximate composition of the experimental diets (Table 2) showed percentage crude protein with no significant difference (P>0.05). Crude fiber, fat, moisture content, ash content, and carbohydrate parameters measured for the feed proximate composition were significantly different for all treatments. Amino acid analysis of the experimental diets showed T1 had values greater than other dietary treatments. The elemental mineral content of experimental diets showed variations in ranges of content.

The growth response of fish fed varying levels of mango seed kernel meal showed MWG T1 was significantly different (P<0.05) from other dietary treatments (Table 3). FCR in T4 was significantly different from control and other treatments. SGR in T2, T4, and T5 was significantly different from control and T1. Feed intake and cost of feed were reduced at T5 and significantly different from other treatments.

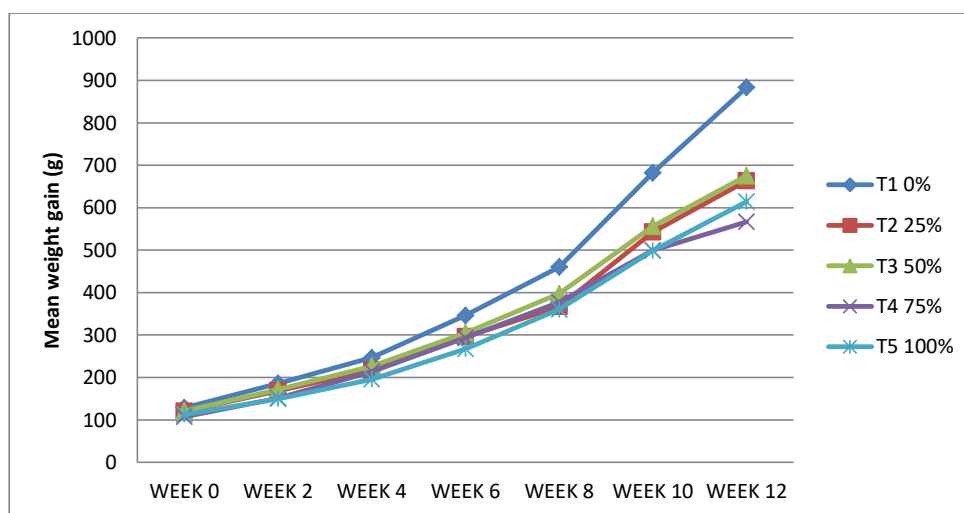


Figure 1: Biweekly Weight Gain (g) of Experimental Fish fed MSKM.

Table 3: Growth Performance of *C. gariepinus* Fed Varying Levels of MSKM diets

Parameters	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	Treatment 5
Initialweight (g)	108.67±1.45 ^a	107.33±0.33 ^a	107.00±1.53 ^a	108.33±1.76 ^a	109.00±0.58 ^a
Final weight (g)	865.03±13.84 ^a	617.17±59.31 ^b	661.83±24.27 ^b	567.60±87.71 ^b	577.27±39.31 ^b
MWG (g)	756.37±13.61 ^a	509.84±59.44 ^b	554.83±24.38 ^{ab}	459.27±88.71 ^b	468.27±39.75 ^b
PWG (g)	696.26±14.95 ^a	475.13±56.06 ^{ab}	518.81±24.99 ^{ab}	425.69±84.79 ^b	429.92±38.43 ^b
FCR	0.99±0.01 ^a	1.26±0.06 ^{ab}	1.19±0.06 ^{ab}	1.46±0.18 ^b	1.31±0.08 ^{ab}
SGR (%/g/day)	1.07±0.01 ^a	0.90±0.05 ^b	0.94±0.02 ^{ab}	0.84±0.09 ^b	0.86±0.03 ^b
PI (g)	301.29±9.18 ^a	250.67±18.74 ^{ab}	258.56±11.85 ^{ab}	253.81±23.08 ^{ab}	238.80±12.61 ^b
PER	0.87±0.00 ^a	0.82±0.01 ^{ab}	0.84±0.01 ^{ab}	0.80±0.04 ^b	0.81±0.01 ^{ab}
NM (%)	224.52±3.28 ^a	167.06±13.65 ^b	177.28±5.59 ^{ab}	155.86±19.99 ^b	158.24±896.42 ^b
Survival Rate %	83.33±6.67 ^a	90.00±0.00 ^a	83.33±3.33 ^a	83.33±3.33 ^a	93.33±6.67 ^a
Feed Intake	755.57±23.20 ^a	637.00±46.45 ^a	661.13±28.73 ^a	642.34±59.52 ^a	609.19±33.69 ^b
Cost feed ₦	275.78±8.47 ^a	224.86±16.40 ^{ab}	230.73±10.03 ^{ab}	222.25±20.59 ^{ab}	208.34±11.52 ^b
Value of fish ₦	605.52±9.69 ^a	432.02±41.52 ^b	463.28±16.99 ^{ab}	397.32±61.40 ^b	404.09±27.52 ^b
Profit index	3.14±0.05 ^a	2.74±0.10 ^{ab}	2.88±0.14 ^{ab}	2.52±0.17 ^b	2.77±0.15 ^{ab}
Incidence cost	0.32±0.00 ^a	0.37±0.01 ^{ab}	0.35±0.02 ^{ab}	0.40±0.03 ^b	0.36±0.02 ^{ab}
Net profit	329.74±1.22 ^a	207.15±26.87 ^b	232.55±17.25 ^{ab}	175.07±41.03 ^b	195.74±22.42 ^b

*Means in the same row with the same superscript are not significantly different from each other.

The growth performance parameters were calculated accordingly:

Mean Weight gain (MWG) = Final weight – Initial weight.

Specific Growth Rate (SGR) = $(\text{Log}_e \text{ final weight} - \text{Log}_e \text{ initial weight}) / \text{Time} \times 100$.

Feed Conversion Ratio (FCR) = Feed fed (g)/Fish weight gain.

Protein intake (PI) = Feed intake x % of protein in the diet.

Protein efficiency ratio (PER) = Mean weight gain (g)/Protein consumed.

Percentage weight gain (PWG) = $(\text{Mean weight gain (g)} / \text{Mean initial weight (g)}) \times 100$.

Protein Productive value (PPV) = increment in body protein of fish / protein intake.

Net metabolism (NM) = $0.549 * (w_1 + w_2) * T / 2$.

Survival rate % = $(\text{Initial fish stocked} - \text{mortality}) / \text{Initial fish stocked} * 100$.

Feed intake = Daily feed intake x 84 days.

Value of fish = Final weight x Market Price of fish (₦0.7/kg).

Cost of feed = Feed intake x value of feed (₦/kg). (Note: Value of feed (₦/kg) at T1= ₦0.365, T2= ₦0.353, T3 = ₦0.349, T4 = ₦0.346, T5 = ₦0.342).

Profit index = Value of fish produced (₦/kg)/Cost of feed used in production (₦/kg).

Incidence cost = Cost of feed used (₦/kg)/Total weight of fish produced (kg).

Net profit = Total cost of fish cropped – Total expenditure.

Carcass analysis showed a significant difference among all parameters and significantly different from the initial fish carcass (Table 3). Crude protein and ash content were least in control fish but higher than an initial fish carcass.

Table 4: Carcass Composition of initial and final fish fed Experimental Diets.

Parameters	Initial	T1	T2	T3	T4	T5
Moisture Content (%)	19.93±0.01 ^a	4.12±0.01 ^d	4.11±0.01 ^d	4.05±0.01 ^e	5.00±0.01 ^b	4.51±0.01 ^c
Crude Protein (%)	58.66±0.01 ^f	61.18±0.02 ^e	61.99±0.02 ^d	64.08±0.03 ^b	65.14±0.03 ^a	63.90±0.06 ^c
Crude Fat (%)	11.21±0.01 ^f	21.51±0.02 ^a	20.08±0.01 ^b	19.55±0.03 ^c	15.49±0.01 ^d	15.30±0.01 ^e
Ash Content (%)	10.21±0.01 ^f	13.19±0.01 ^e	13.81±0.01 ^c	13.31±0.01 ^d	14.37±0.20 ^b	16.29±0.07 ^a

*Means in the same row with the same superscript are not significantly different from each other.

The physico-chemical parameter (Table 4) of water for the feeding period indicated slight changes in ranges of temperature, P^H, dissolved oxygen, ammonia, nitrate and nitrite values which were not significantly different from initial water quality parameters.

Table 5: Biweekly water quality parameters of fish tank fed MSKM.

	Initial	Week 2	Week 4	Week 6	Week 8	Week 10	Week 12
DO (mg/L)	4.25±0.10	5.79±0.39	5.50±0.34	5.08±0.15	4.88±0.10	5.19±0.07	5.30±0.08
pH	7.42±0.20	7.37±0.03	7.29±0.02	7.27±0.02	7.25±0.01	7.12±0.03	7.11±0.02
Ammonia (mg/L)	0.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
Nitrate (mg/L)	0.00±0.00	0.08±0.04	0.11±0.05	0.11±0.05	0.11±0.05	0.11±0.05	0.11±0.05
Nitrite (mg/L)	0.00±0.00	0.08±0.04	0.11±0.05	0.11±0.05	0.11±0.05	0.11±0.05	0.11±0.05
Temp. (°C)	27.03±0.06	26.99±0.03	26.73±0.11	27.15±0.10	27.67±0.13	25.57±0.10	24.45±0.25

*Means in the same row with the same superscript are not significantly different from each other.

DISCUSSION

The nutritional content of fermented MSKM was within the range reported by Shittu et al., (2013) and Diarra (2014) but lower to Obasa et al., (2013). High-fat content of the fermented MSKM was similar to the range reported by Obasa et al., (2013) and Diarra (2014). While nitrogen-free extract in this study was lower in value than that of Shittu et al., (2013), Obasa et al., (2013), and Dakare et al., (2014). This variation resulted from species difference in the mango seed, processing methods employed, and high moisture content in the fermented MSKM for this study.

The experimental range of water quality parameters was within the acceptable ranges for catfish culture (Orisasona et al., 2016). The crude protein content of the experimental feed was within the recommended value for cultured *C. gariepinus* and this was in line with Faturoti et al., (2002) and Akegbejo-Samson et al., (2004). Lower crude fat in all dietary treatments of MSKM differs from observation reported by Obasa et al., (2013) and Sanogo (2018) for *O. niloticus* fingerlings and juveniles fed MSKM.

The reduced response to feed has been asserted by Falaye and Oloruntuyi (1998) to be due to different carbohydrates contained in the energy by-products compared to maize. Also, Jansman (1993) reported tannin carbohydrate interaction to be better than its protein interaction. The performance of fish fed with T5 over T4 indicated the ability of *C. gariepinus* to digest high fiber content feed and this was also observed by Falaye et al., (2015) for fermented maize sievate.

Cost reduction and profitability concerning profit index, incidence cost, and net profit were highest at T3 (50%) inclusion of MSKM and this is in line with Joseph and Abolaji (1997) on cost-effectiveness of MSKM usage that can enhance farmers profitability. Cost of feed and value of feed reduction with an increased level of MSKM was similar to Orisasona et al., (2016). The body composition values of initial and final fish fed in this study were contrary to those reported by Falaye and Oloruntuyi (1998) as carcass protein increased in this study.

CONCLUSION

This study concludes that with the seasonal abundance of mango, the MSKM can adequately replace yellow maize in diets of *C. gariepinus* at 50% inclusion levels without affecting the fish performance and profit of fish farmers.

REFERENCES

- Akegbejo-Samson, Y. (1999). The use of cassava flour as a substitute for yellow maize in diets for *Clarias gariepinus* fingerlings. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 247-253.
- Akegbejo-Samson, Y., & Olagunju, K. (2002). Growth response and nutrient digestibility of *Clarias gariepinus* fingerlings fed with varying levels of *Parkia biglobosa* slurry as energy source. *Applied Fisheries and Aquaculture*, 11(1), 1-6.
- Akegbejo-Samson, Y., Oyewole, O.B., Olayinka, S.O., & Olaniyan, T.O. (2004). Chemical composition and binding power of dried pulp wastes produced from the African locust bean (*Parkia biglobosa*) in low cost fish diets. *Ife Journal of Science*. 6(1), 30-34.
- Association of Official Analytical Chemicals (AOAC) (2005). *Official method of analysis of the AOAC* (W. Horwitz editor eighteen edition, Washington; D.C.
- Benitez, L.V. (1989). Amino Acid and fatty acid profiles in aquaculture nutrition studies. In S.S. De Silva (ed.) *Fish Nutrition Research in Asia. Proceedings of the Third Asian Fish Nutrition Network Meeting*. Asian Fish Society Special Publication. Asian Fisheries Society, Manila Philippines. 4, 166 p.
- Bichi, A.H., & Ahmadu, M.K. 2010. Growth performance and nutrient utilization of African Catfish (*Clarias gariepinus*) fed varying dietary levels of processed cassava leaves. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 3(1), 118-122.
- Dakare, M.A., Ameh, D.A., Agbaji, A.S., & Atawodi, S.E. (2014). Chemical composition and antinutrient contents of yellow maize, raw and processed composite mango (*Mangifera indica*) seed kernel from Zaria, Kaduna State Nigeria. *International Journal of Advanced Research*. 2(7), 90-97.
- Diarra, S.S. (2014). Potential of mango (*Mangifera indica* L.) seed kernel as a feed ingredient for poultry: a review. *World's Poultry Science*. 70(4), 279-288.
- Fagbenro, O. (1996). Apparent digestibility of crude protein and gross energy in some plant and animal *Clarias gariepinus* (Siluri formers): Clariidae (Sydenham 1980). *Journal of Applied Ichthyology*, 12, 67-68.
- Falaye, A.E. (1992). Utilization of agro-industrial waste as fish feed stuffs in Nigeria. In: A.A., Eyo, A.M. Balogun (Eds.). *Proceedings of the annual conference of Fisheries Society of Nigeria, Abeokuta 16th-20th Nov. 1992*. pp: 47-57.
- Falaye, A.E. (1998). Effect of maize brain diets on the growth and nutrient utilization of Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Nigeria Association for Aquaculture Sciences*, 105-113.
- Falaye, A.E., Adepoju, J.A., & Ologhobo, A.I. (1999). The effect of cassava leaf meal on the growth performance of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Tropical Journal Animal Science*, 1(2), 73-78.
- Falaye, A.E., & Jauncey, K. (1999). Acceptability and digestibility by tilapia (*O. niloticus*) of containing cocoa husk. *Aquaculture Nutrition*, 5, 157-161.
- Falaye, A.E., & Oloruntuyi, O.O. (1998). Nutritive potential of plaintain peel meal and replacement value for maize in diets of African catfish (*Clarias gariepinus*) fingerlings. *Tropical Agriculture (Trinidad)*, 75(4), 488-492.
- Falaye, A.E., Omoike, A., & Adesina, S.B. (2015). Growth performance and nutrient utilization of catfish *Clarias gariepinus* fed varying inclusion level of fermented unsieved yellow maize. *Continental Journal of Biological Sciences*, 8(1), 14-23.
- Faturoti, E.O., Balogun, A.M., & Ugwu, L.L.C. (2002). Nutrient utilization and growth responses of *Clarias* (*Clarias lazera*) fed different dietary protein levels. *Nigeria Journal of Applied Fisheries and Hydrobiology*, 1, 41-45.

- Jansman, A.J.M. (1993). Tannins in feedstuffs for simple stomached animals. *Nutrition Research Reviews*, 6, 209-236
- Jimoh, W.A., Ajasin, F.O., Adebayo, M.D., Banjo, O.T., Rifhat, A.O., & Olawepo, K.D. (2013). Haematological changes in the blood of *Clarias gariepinus* fed *Chrysophyllum albidum* seedmeal replacing maize. Proceedings of 28th FISON Annual Conference 2013. pp: 362-365.
- Joseph, J.K., & Abolaji, J. (1997). Effects of replacing maize with graded levels of cooked Nigerian mango-seed kernels (*Mangifera indica*) on the performance, carcass yield and meat quality of broiler chickens. *Bioresource Technology*, 61, 99-102.
- National Research Council (N.R.C.) (1993). Nutrient requirement of fish. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C. pp 114.
- Obasa, O.S., Alatise, S.P., Omoniyi, I.T., Alegbeleye, W.O., & George, F.A. (2013). Evaluation of fermented Mango (*Mangifera indica*) seed meal in the practical diet of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Croatian Journal of Fisheries*, 71, 116-123.
- Omojowo, T.M., Omojowo, F.S., & Alatise, P.S. (2010). Growth response and nutritional evaluation of Mango peel-based diets on Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. *Researcher*, 2(6), 44-49.
- Omoriegbe, E. (2001). Utilization and nutrient digestibility of mango seeds and palm kernel meal by juvenile *Labeo senegalensis* (Antheriniformes: Cyprinidae). *Aquaculture Research*, 32, 681-687.
- Orisasona, O., Falaye, A.E., Ajani, E.K., & Kareem, O.K. (2016). Effect of replacement of soyabean with lima bean (*Phaseolus lunatus*) meal on growth and hematological parameters of *Clarias gariepinus* juveniles (Burchell, 1822). *Journal of Aquatic Sciences*, 31(2A), 229-240.
- Pauzenga, U (1985). Feeding parent stock. *Zootech. International*, 22-24.
- Sanogo, S. (2018). Performance of *Oreochromis niloticus* Juveniles Fed with Mango Seed formulated fish diet at different inclusion level. MSc. Dissertation, Department of Aquaculture and Fisheries Management, University of Ibadan.
- Shittu, M.D., Olabanji, R.O., Ojebiyi, O.O., Amao, O.A., & Ademola, S.G. (2013). Nutritional evaluation of processed Mango (*Mangifera indica* - Kent) seed kernel meal as replacement for Maize in the diet of growing crossbred Rabbits. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 3(5), 210-215.
- Sotolu, A.O., & Byanyiko, S.Y. (2010). Nutritive Potentials of *Parkia biglobosa* pulp meal in partial replacement for maize in the diets of African Catfish (*Clarias gariepinus*) Juveniles. *Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9(7), 1196-1202.

Süçüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) Alabalık Yetiştiriciliği İçin Taşıma Kapasitesinin TahminiAyça ASLANTÜRK¹, Osman ÇETİNKAYA²¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Beyşehir İlçe Müdürlüğü, Konya²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta* Sorumlu Yazar: ayca.aslanturk@tarimorman.gov.tr**Araştırma Makalesi**

Geliş 14 Eylül 2020; Kabul 07 Aralık 2020; Basım 01 Haziran 2021.

Alıntılamaya: Aslantürk, A. & Çetinkaya, O. (2021). Süçüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin tahmini. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 221-232. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.794623>**Özet**

Isparta ili Yalvaç ilçesi sınırları içinde Eğirdir Gölü Havzası'nda yer alan Süçüllü Baraj Gölü (SBG) sulama ve taşkın kontrolü amacıyla 1973 yılında inşa edilmiştir. Bu çalışmayla SBG'nün kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma Mayıs 2017- Nisan 2018 arasında SBG'ne dökülen iki dere ve baraj gölünde seçilen toplam 9 örneklem noktasında yürütülmüştür. Çalışmada SBG'nün ortalama derinliği 7,77 m; uzunluğu 3000 m; genişliği 275 m kıyı çizgisi uzunluğu 6000 m ve kıyı çizgisi gelişimi (D_L) 1,86 olarak bulunmuştur. Araştırmada ortofosfat fosforu 7,9±3,17 mg/m³ ve toplam fosfor 41,14±21,5 mg/m³ olarak belirlenmiştir. SBG'nün gökkuşağı alabalığı için kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi Dillon-Rigler yöntemine göre minimum su kotunda (26,28 ha alan ve 0,57 hm³ hacim) 0,4 ton/yıl ve mevcut su kotunda (82,32 ha alan ve 6,4 hm³ hacim); 18,94 ton/yıl hesaplanmıştır. Bu iki değer ortalaması olarak SBG'nün kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi 9,67 ton/yıl bulunmuştur. SBG gibi su seviyesi değişimlerinin yüksek olduğu baraj göllerinde kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin hesaplamalarında sadece mevcut su kotundaki verilerin değil, minimum su kotundaki alan ve hacim verilerinin dikkate alınmasının daha uygun olacağı kanısına varılmıştır. Ayrıca, son yıllarda kafeslerde ulaşılan balık üretim değerlerinin, tahmin edilen taşıma kapasitesine göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ağ kafes, Gökkuşağı Alabalığı, Yetiştiricilik, Taşıma Kapasitesi**Estimation of the Carrying Capacity of Süçüllü Dam Lake (Isparta, Turkey) for Trout Farming****Abstract**

The Süçüllü Dam Lake (SDL), located in the Eğirdir lake basin within the borders of the Yalvaç district of Isparta province. It was built in 1973 for irrigation and flood control. This study, it was aimed to estimate the carrying capacity for cage fish farming. The research was carried out between May 2017 and April 2018, a total of 9 sampling points selected in two streams inflow to SDL and in the dam lake. In the study, the average depth of SDL as 7.77 m, its length as 3000 m, its width as 275 m, the coastline as 6000 m, and the coastline development (DL) as 1.86 were found. In the study orthophosphate phosphorus 7.9±3.17 mg/m³ and total phosphorus 41.14±21.5 mg/m³ were determined. SDL's carrying capacity for rainbow trout cage farming was estimated according to Dillon-Rigler method. Carrying capacity at minimum water level (26.28 ha area and 0.57 hm³ volume) estimated as 0.4 ton/year and at current water level (82.32 ha area and 6.4 hm³ volume) 18.94 tons/year. The average of these two values, SDL's carrying capacity was calculated as 9.67 tons/year. It was concluded that it would be more appropriate to consider the area and volume data at the minimum water level, not the data at the current water level only, in the estimations of the carrying capacity in the dam lakes where water level changes are high such as SDL. In addition, it concluded the achieved fish production values in cages in the past years, was considered higher comparing to estimated carrying capacity.

Keywords: Cage Fish Farming, Rainbow Trout, Aquaculture, Carrying Capacity**GİRİŞ**

Dünya yüzeyindeki toplam su rezervinin yaklaşık % 3'ünü oluşturan tatlı su kaynakları içerisinde, canlılar tarafından kullanılabilir haldeki göl ve nehirlerin oranı sadece % 0,27'dir. Sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak içme ve kullanma suyu ihtiyacı günden güne artmaktadır. Bu yüzden mevcut doğal kaynakların korunması ile birlikte baraj ve gölet gibi yeni su kaynaklarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Wetzel, 2001).

Türkiye'de iç sular kafes kültürü için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Ülkemizde baraj göllerinde su ürünleri üretimi 1994 yılında 100 ton/yıl kapasiteli alabalık işletmesi ile başlamış olup, 2018 yılı itibarıyla baraj göllerinde toplamda 104887 ton/yıl kapasiteli 1860 adet ağ kafes işletmesi

bulunmaktadır (TOB, 2019). Ancak, su kütlesinin sürdürülebilir kullanımını garanti altına alınarak ve diğer kullanım alanlarını kısıtlamadan iç sularda yetiştiricilik sektörünün gelişmesi, bu alanda çalışan araştırmacıların, kamu kuruluşlarının, sivil toplum örgütlerinin ve yetiştiricilerin sorumluluğu altındadır. İç sularda kafes balıkçılığının çevresel etkisini tahmin etmek için taşıma kapasitesinin belirlenmesi sorumlu sürdürülebilir balıkçılığın gelişiminde başlangıç aşaması olarak kabul edilmelidir (Ayekin vd., 2018).

Göl, gölet ve baraj göllerinin su ürünleri yetiştiriciliğinde değerlendirilmesi önemlidir. Ancak bu ekosistemlerde, zamanla meydana gelebilecek biyolojik değişimlerin izlenmesi ve kontrol altında tutulması da sürdürülebilir yetiştiricilik bakımından gereklidir. Kontrolsüz kafes balıkçılığı işletmelerinden ortaya çıkan atıklar çevreyi olumsuz etkilemektedir. Kafes balıkçılığı işletmelerinin çevre ile etkileşimlerinde en büyük rolü yem ve yeme bağlı atıklar oynamaktadır. Su kaynaklarının su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini ve fizyolojilerini etkilemektedir. Su kalitesinde bozulma, sadece içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmayıp, olumsuz etkiler besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşmaktadır. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan suyun kalitesi çok iyi bilinmeli ve sulardaki ekolojik denge korunmalıdır. Gerekli önlemlerin alınması için su ortamındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir. Özellikle yetiştiricilik yapılan sularda suyun kalitesi, kirlilik durumu ve kafeslerin bulunduğu ortama ne şekilde etki ettiği belirlenmelidir (Uçkun, 2011).

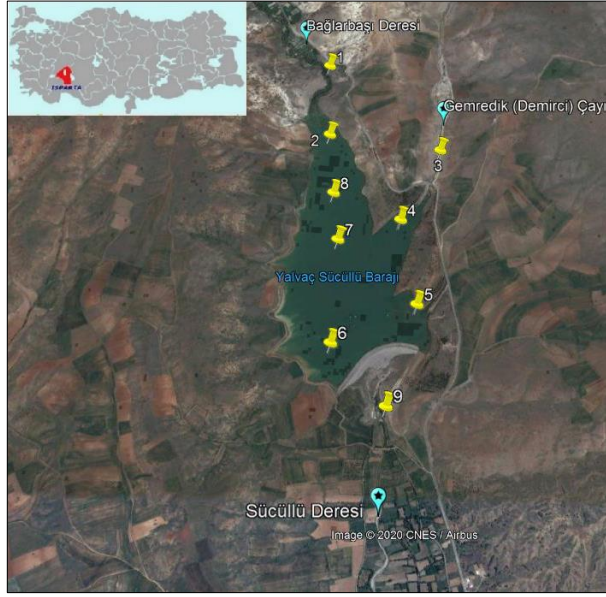
Su ürünleri yetiştiriciliğinden kaynaklanan atık suların ötrofikasyondaki rolü, atıkların bırakıldığı suyun kimyası, hidrolojisi ve taşıma kapasitesine bağlıdır. Stigebrandt vd (2004) bir balık işletmesi için taşıma kapasitesini var olan makrofaunayı tahrip etmeksizin maksimum balık üretimi olarak tarif etmektedir. Simanjuntak ve Muhammad (2018)'a göre taşıma kapasitesi; bir su kaynağının verimliliğini arttırmadan ağ kafeslerde üretilebilecek balık miktarıdır. Taşıma kapasitesi su kaynağında sürdürülebilir ağ kafeslerde balık yetiştiriciliğinin geliştirilmesinde dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biridir. Yerüstü Suları Kalitesi yönetmeliği (YSKY), taşıma (özümleme) kapasitesini, su kütlesinin kirlenmemiş durumuna dönmek için bütün kirleticileri, su ortamındaki canlılara veya suyu tüketen insanlara zarar vermeden alabilme kapasitesi olarak tanımlamıştır (Anonim, 2012). Balık işletmelerinden kaynaklanan besin elementi yükü; yemleme ve yem değerlendirme oranları, yemin azot ve fosfor içeriği, yemin sindirilebilirliğine ilişkin veriler kullanılarak tahmin edilebilir (Aşır 2007; Pulatsü vd., 2014).

Bu araştırmayla SBG'nün limnolojik özellikleri ile birlikte kafes balıkçılığı için taşıma kapasitesinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Sunulan çalışmada taşıma kapasitesi tahmini üzerinde durulmaktadır. Bilimsel araştırma verileri ve modeller kullanılarak yapılan tahminlerin iç su kaynaklarımızın doğru yönetimi, korunması, sürdürülebilir kullanımı açısından yararlı bilgiler üreteceği, çevre dostu kafes balıkçılığı ve kapasite belirleme çalışmalarına ışık tutabileceği beklenmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı

Çalışma alanı Sücüllü Baraj Gölü (SBG); Orta Akdeniz (Antalya) havzasında Isparta'nın Yalvaç ilçesi sınırları içinde, Isparta ili merkezinin 110 km kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1.) . SBG Yalvaç ilçe merkezi ile üç yerleşim yerinde 2062 ha tarım arazisinin sulanması, yerleşim birimleri ve arazilerinin taşkınlarından korunması amacıyla 1973 yılında inşa edilmiştir. DSİ'den sağlanan 2017 yılına ait bilgilerde SBG'nün mevcut su kotu 1178,03 m, mevcut su kotunda alanı 82,32 ha ve hacmi 6,40 hm³ olarak verilmektedir. SBG; Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik (Demirci) Çayı olmak üzere iki su kaynağı tarafından beslenmektedir. Bağlarbaşı Deresi'nde yıl boyu yüzeysel akış görülürken; bölgede içme suyu kaynağı olarak kullanılan Gemredik Çayı'nda yaz ve sonbahar aylarında yüzeysel akış görülmemiştir. Gölün çıkış suyu; Sücüllü Deresi'nde yılın bazı zamanlarında akış görülmektedir. SBG de yoğun olmamakla birlikte sportif balıkçılık yapılmakta, sazan (*Cyprinus carpio*), havuz balığı (*Carassius gibelio*) ve çok az miktarda gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) avlanmaktadır. SBG de ruhsat kapasitesi 300 ton/yıl olan bir alabalık işletmesi bulunmakla birlikte son dört yıldır faaliyet göstermemektedir. Bu tesis 2013 yılında 157 tonluk üretim bildirilmiştir. Gölde SKKY (2009) ve APHA (2005) uygun olarak Mayıs 2017- Nisan 2018 tarihleri arasında 9 örnekleme noktasından alınan su örnekleri koyu renkli 1 litrelik polietilen şişelerle laboratuvara taşınmış ve analizleri yapılmıştır. Bazı parametrelerin ölçümü yerinde yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı, ölçüm ve örnekleme istasyonları.

Yöntem

Orto fosfat fosforu ($PO_4\text{-P}$) ve toplam fosfor ($\mu\text{g/L}$) analizleri: Merc fotometrik test kiti ile kullanılarak Nova 60 Spektroquant marka spektrofotometre ile yapılmıştır.

Gölün fiziksel limnolojik özelliklerini belirlemek üzere gölün morfolojisi, besleyen kaynaklar, topografik yapı, kıyı şekilleri ve özellikleri, derinlik ve değişimi, taban yapısı üzerinde gözlem, ölçüm ve incelemeler Wetzel ve Likens (2000)'e göre yapılmıştır. SBG yüzey alanı, maksimum ve minimum hacim, debi, seviye ve su bilançosuna ait veriler DSİ den; su toplama havzasının yıllık yağış verileri Yalvaç Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Hesaplanan morfometrik özellikler aşağıda belirtilmiştir;

Derinlik (Z): SBG derinliği örnekleme yapılan bota iskan dil yardımıyla ölçülerek bulunmuştur.

Ortalama derinlik (\bar{Z}): SBG'nün hacminin (V , hm^3) yüzey alanına (A , ha) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

$$\bar{Z} = V/A$$

Uzunluk (l): Göllerin iki kıyısı arasındaki en uzak mesafedir. Ölçümü 1/2000 ölçekli haritadan yapılmıştır. olarak verilmiştir.

Genişlik(B): Alanın (A , ha) maksimum uzunluğa (l , km) bölünmesi ile bulunmuştur.

$$B = A/l$$

Kıyı çizgisi uzunluğu: Ölçümü 1/2000 ölçekli batimetrik haritadan ip yöntemiyle maksimum su kotundaki alan dikkate alınarak yapılmıştır.

Kıyı çizgisi gelişimi (DL): Kıyı çizgisi uzunluğunun gölle aynı alana sahip dairenin çevresine bölünmesi ile hesaplanmıştır. $DL = L/(2\sqrt{\pi \times A})$

SBG'nün Su Bütçesinin Hesaplanması

Çalışmada kullanılan su bütçesi denklemi aşağıda verilmiştir (Hacısalıhoğlu ve Karaer 2018).

$$\text{Su Bütçesi} = Q_{\text{dere}} + Q_{\text{yağış}} - Q_{\text{dere}} - Q_{\text{sulama}} - \text{Buharlaşma} \pm \text{Yeraltı suyu}$$

Su bütçesini oluşturan elemanlardan meteorolojik olaylar buharlaşma ve yağış faktörleridir. SBG bütçe elemanlarının hesaplanması için göle en yakın meteoroloji istasyonu olan Yalvaç Meteoroloji İstasyonundan buharlaşma miktarları (mm) ve yağış yüksekliği (mm) verileri alınmıştır. Toplam buharlaşma hacmi (hm^3); buharlaşma yüksekliği (mm) ve göl yağış alanı (km^2) çarpılarak; toplam yağış hacmi (hm^3) ise, yağış yüksekliği (mm) ve göl yağış alanı (km^2) çarpılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, SBG'nde su bütçesinin oluşturulması aşamasında göle giren iki su kaynağı olan Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik Çayı'nın aylık debi değerleri ile gölün çıkış suyunun debileri için çalışma dönemine ait Devlet Su İşleri 18. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

SBG kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi tahmini

SBG Alabalık kafes kültürü taşıma kapasitesini belirlemek amacıyla Dillon ve Rigler(1974) tarafından geliştirilip, Beveridge (1984) tarafından düzenlenen, göllerin fosfor yüklenmesine karşı sucul ekosistemin verdiği tepkiyi ölçen taşıma kapasitesi modeli kullanılmıştır. Dillon ve Rigler (1974) 'in geliştirmiş olduğu fosfor bütçe modelinde gölün hidrolojisi, alanı, ortalama derinliği, mevcut fosfor konsantrasyonu, yetiştiricilikte kullanılan yemin fosfor içeriği ve yem dönüşüm oranlarından yararlanılarak baraj gölünde uygulanabilecek maksimum alabalık üretim miktarı tahmin edilmiştir.

Dillon ve Rigler(1974)' göre alabalık yetiştiriciliğinde izin verilebilir toplam fosfor miktarı 60 mg/m^3 'tür. Eğer gölün mevcut ortalama toplam fosfor (TP) konsantrasyonu 60 mg/m^3 veya daha fazla ise bu gölün alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesi sıfırdır ve alabalık kültürüne izin verilmemelidir. Dolayısıyla müsaade edilebilir maksimum TP konsantrasyonundan (60 mg/m^3) gölün mevcut TP konsantrasyonu çıkartılarak yetiştiricilik yoluyla göle yüklenebilecek TP miktarı belirlenir. Gölün mevcut TP konsantrasyonu ne kadar düşük ise göle yüklenecek TP miktarı ya da yetiştirilebilecek balık miktarı o kadar artar. Hesaplamalarda gölün ortalama derinliği, gölün su değişim oranı, sedimentin fosfor tutma katsayısı ve yem dönüşüm oranları kullanılarak taşıma kapasitesi hesap edilmiştir. (Dillon ve Rigler 1974, 1975). Taşıma kapasitesi hesaplamalarında 2,4,5,6,7,8 nolu örnekleme noktalarına ait veriler dikkate alınmıştır (Şekil 1.).

Dillon ve Rigler (1974)'in fosfor bütçe modeline göre kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi hesaplama adımları aşağıda gösterilmiştir.

1. Göle yüklenebilecek maksimum fosfor miktarı : $\Delta P = 60 \text{ mg/m}^3 - P_{\text{göl}}$
 $P_{\text{göl}}$: gölün ort. toplam fosfor konsantrasyonu (mg/m^3)

2. Sedimentin fosfor tutma katsayısı (R) = $1 / (1 + 0.747 * \sigma (0,507))$

σ : Göl Suyu Yenilenme Süresi (σ) : Baraj gölü hacminin bir yılda kazanılan su miktarına bölümü ile bulunmuştur (Dillon ve Rigler 1975).

$$\sigma = V / \text{NSK}$$

3. Kafes balıkçılığından kaynaklanacak fosforun sedimentte tutulma katsayısı ($R_{\text{balık}}$)

$$R_{\text{balık}} = x + (1 - x) * R$$

4. Kafes balıkçılığı ile göle yüklenebilecek fosfor miktarı ($L_{\text{balık}}$):

$$L_{\text{balık}} = \Delta P * \bar{Z} * \sigma / (1 - R_{\text{balık}})$$

$$\bar{Z} = \text{Ortalama derinlik (m)} = V/A$$

5. Kabul edilebilir maksimum fosfor yüklemesi (L_a):

$$L_a = L_{\text{balık}} * A * 10^6$$

6. Gölün taşıma kapasitesi (K):

$$K = L_a / 1 \text{ Ton alabalık yetiştiriciliğinde çevreye verilecek fosfor miktarı}$$

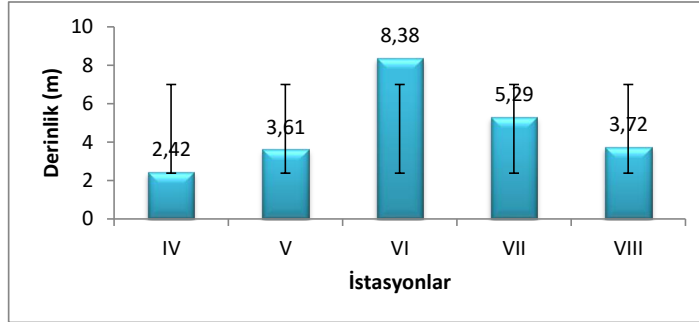
Çalışmada SBG'nün mevcut su kotundaki hacim ve alan değerleri ile minimum su kotundaki hacim ve alan değerleri dikkate alınarak SBG için mevcut su kotu için ve minimum su kotu için iki ayrı taşıma kapasitesi hesaplaması yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla SPSS 20 bilgisayar programı kullanılmıştır. Fizikokimyasal parametrelerin örnekleme noktalarına göre farklılıkları için varyans analizi (ANOVA), grup ortalaması arasındaki farklılıklar Tukey testi ile çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiş ve önem seviyesi olarak $P < 0.05$ kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veri setleri için Kruskal-Wallis nonparametrik testi kullanılmıştır. Çizelge ve grafikler için Microsoft Excel 2013 ve SPSS 20 programları kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Derinlik: Çalışma boyunca yapılan ölçümlerde en yüksek derinlik değeri Nisan 2018 ayında VI İstasyonda (12,57 m), en düşük derinlik değeri ise Ekim 2017'de VIII. İstasyonda (0,5 m) ölçülmüştür (Şekil 2.).



Şekil 2. İstasyonlara göre maksimum, minimum ve ortalama derinlik değerleri

Ortalama derinlik

Hesaplamalar sonucunda SBG'nün ortalama derinliği 7,77 m olarak bulunmuştur (Şekil 2.).

$$\bar{Z} = V/A$$

$$\bar{Z} = 6396896,69 \text{ m}^3 / 823168,00 \text{ m}^2 \quad \bar{Z} = 7,77 \text{ m}$$

Wetzel (2001), özellikle ortalama derinlik olmak üzere, göl morfometrisinin göl verimliliği üzerindeki iklimsel ve edafik faktörlere bağlı etkisi üzerine dikkat çekmiştir. Ortalama derinlik morfometrik koşullar için en iyi indeks olarak kabul edilir ve genellikle büyük göller arasında birçok trofik düzeydeki üretkenlikle ters korelasyon gösterir.

Uzunluk (L) : SBG'nün maksimum su kotunda uzunluğu yaklaşık 3000 m olarak ölçülmüştür.

Genişlik (B): SBG'nün genişliği yaklaşık 275 m olarak bulunmuştur

$$B = A/L \quad B = 0,8232 \text{ km}^2 / 3 \text{ km} \quad B = 275 \text{ m}$$

Kıyı Çizgisi Uzunluğu: Ölçümü 1/2000 ölçekli batimetrik haritadan (Şekil 4.2.3.) maksimum su kotundaki alan dikkate alınarak ip yöntemi ile 6000 m olarak ölçülmüştür.

Kıyı çizgisi gelişimi (D_L): Kıyı çizgisi uzunluğunun gölle aynı alana sahip dairenin çevresine oranlanması ile hesaplanmıştır

$$D_L = L / (2 \sqrt{\pi \times A}) \quad \pi = 3,14$$

$$D_L = 6 / (2 \sqrt{3,14 \times 0,8232}) \quad A = 82,32 \text{ ha} = 0,8232 \text{ km}^2 \quad D_L = 1,86$$

Daire şeklinde göllerde D_L= 1'dir. Çok sayıda gölün yapısı dairesellikten büyük oranda sapma gösterir. Çoğu gölün DL değeri yaklaşık 2 olup, şekil olarak dairesel değildir veya eliptiktir. SBG'nde bu değere henüz ulaşılmadığı için kıyı gelişimi olgunlaşmamıştır. Kıyı çizgisi oluşumu göl hacmine oranla daha fazla litoral kommunité gelişimine olanak verdiği için ayrıca önemlidir. (Wetzel, 2001).

SBG'nün Su Bütçesi

Göle giren toplam ortalama debi olarak Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik Çayı'nın ortalama debilerinin toplamı olan 0,217 m³/sn olarak alınmıştır. Bu akım SBG'ne yılda 6,85 hm³ su girişi sağlamaktadır.

Gölden çıkan ortalama debi ise SBG'nün çıkış noktasının ortalama debisi 0,647 m³/sn'dir. Baraj gölünün çıkış noktasından bir yıl boyunca yalnızca Temmuz ayında akış görüldüğünden dolayı SBG'nden 1,7 hm³ su çıkışı gerçekleşmektedir.

Isparta Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınan verilere göre Yalvaç ilçesinin 2017 yılı yıllık yağış yüksekliği 518 mm; yıllık buharlaşma yüksekliği 342,7 mm olarak bildirilmiştir (Isparta Meteoroloji İl Müdürlüğü, 2018) . SBG'nün yağış alanı 134 km² olarak bildirilmiştir (DSİ, 2018). Su bütçesi hesaplamalarında kullanılan bir diğer bütçe elemanı yeraltı suyu miktarıdır. Yeraltı suyuna ait veri bulunmadığından yeraltı suyundan giren ya da çıkan su miktarı hesaplamalara katılmamıştır.

Tablo 1. SBG su bütçesi elemanları

SBG'ne gelen su miktarı				
Bağlarbaşı Deresi (hm ³)	Gemredik Çayı (hm ³)	Yağış (mm)	Toplam yağış (hm ³)	Toplam Gelen Su (hm ³)
5,05	1,80	518	69	75,9
SBG'nden çıkan su miktarı				
Sücutlü Barajı Çıkış (hm ³)	Buharlaşıma (mm)	Toplam Buharlaşıma (hm ³)	Sulama (hm ³)	Toplam Çıkan Su (hm ³)
1,7	342,7	45	8,78	55,5

Bu hesaplamalardan SBG'nün net su kazancı (NSK) = Toplam Gelen Su – Toplam Çıkan Su eşitliğinden hesaplanmış ve;

$$NSK = 75,9 \text{ hm}^3/\text{yıl} - 55,5 \text{ hm}^3/\text{yıl}$$

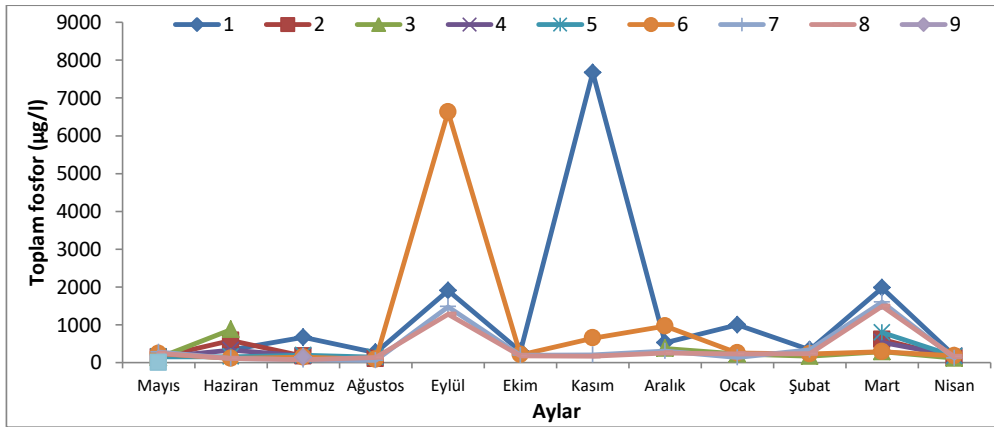
NSK= 20,4 hm³/yıl olarak bulunmuştur.

SBG'nün Toplam Fosfor Değerleri

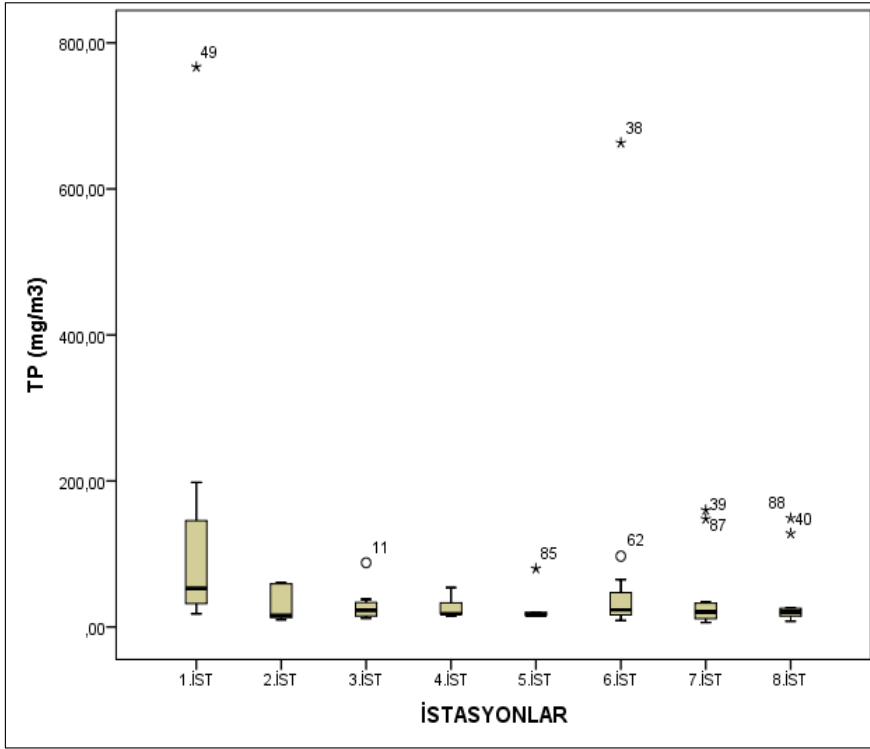
SBG yıllık ortalama TP değerleri 27,6 – 130,89 mg/m³ arasında değişim göstermiştir. Baraj gölünü besleyen dereler hariç SBG'nün ortalama TP konsantrasyonu 41,14±21,5 mg/m³ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer göz önüne alındığında SBG suyu TP açısından YSKY'ne göre II. Sınıf (iyi) ile III. Sınıf (orta) arasında su kalitesini sağlamaktadır (Anonim, 2012).

Örneklem aylarında TP değerlerinin normal dağılım göstermediği ve varyasyonun önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Tukey ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre Eylül ve Kasım ayları en yüksek TP değerlerine sahip olduğu; bu ayları sırasıyla Mart, Aralık; Ocak, Haziran, Şubat, Ekim ve Temmuz aylarının takip etmektedir. Ancak aralarındaki fark önemsizdir (p>0,05). En düşük TP ise Mayıs, Nisan ve Ağustos aylarında görülmüştür.

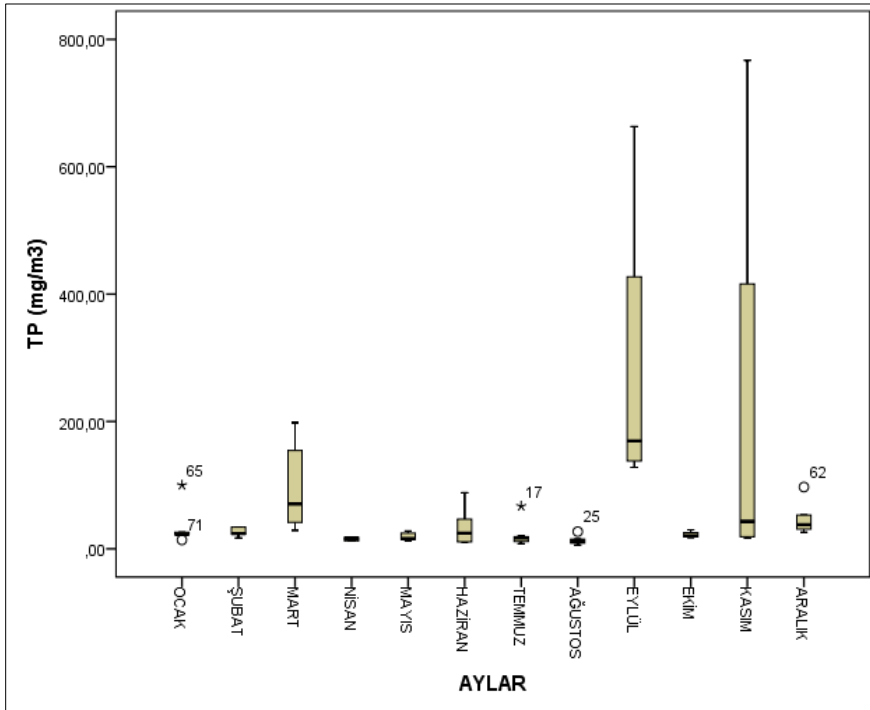
Örneklem noktalarında en yüksek TP değeri I. İstasyonda Kasım ayında (767 mg/m³) ölçülmüştür. Yine I. İstasyonda Kasım ayında ortofosfat fosforu, AKM ve Chl-a değerleri de en yüksek değerde görülmüştür. Görülen bu ekstrem değerlerin sebebinin bunlar olabileceği kanısına varılmaktadır. SBG içerisindeki örneklem noktalarında en yüksek TP değeri 663 mg/m³ ile VI. İstasyonda Eylül ayında ölçülmüştür. SBG'nün gövdesine yakın, derinliği ve sediment birikimi daha fazla olan VI. İstasyonun TP konsantrasyonunun daha yüksek bulunması beklenen bir durumdur. Bu değer gölde geçmiş yıllarda yapılan kafes balıkçılığı faaliyetlerinin etkisinin gölde halen devam ettiğini göstermektedir. SBG'ne besin elementi girişini sağlayan en önemli kaynaklar gölü besleyen dereler ve gölün etrafında bulunan tarım arazileridir.



Şekil 3. İstasyonlarda toplam fosforun TP aylara göre değişimi.



Şekil 4. İstasyonlarda ortalama TP değerlerinin değişimi



Şekil 5. Örnekleme aylarında ortalama TP değerlerinin değişimi

SBG'nün Kafes Balıkçılığı Taşıma Kapasitesi Tahmini

Çalışmada gölün mevcut su kotundaki 6,40 hm³ hacim ve 82,32 ha alan değerleri ile minimum su kotundaki 0,57 hm³ hacim ve 26,28 ha alan değerleri dikkate alınarak Sücüllü Baraj Gölü için mevcut su kotu için ve minimum su kotu için iki ayrı taşıma kapasitesi hesaplaması yapılmıştır (Tablo 2. ve Tablo 3.).

Tablo 2. SBG'nün mevcut su kotunda hidrolojik verileri, ortalama fosfor konsantrasyonu ve taşıma kapasitesinin hesaplanması.

Parametre	Değer
Mevcut su kotundaki göl alanı (A) (ha)	82,32
Mevcut su kotundaki göl hacmi (V) (hm ³)	6,40
Ort. Derinlik (Z= V/A) (m)	7,77
Net su kazancı (NSK) (hm ³ /yıl)	20,4 hm ³ /yıl
Yıllık su değişim oranı (y ⁻¹) (σ =V/ NSK)	0,31
SBG ort. Fosfor konsantrasyonu (mg/m ³)	41,1
Ticari alabalık yeminin P içeriği (%)	1,5
1 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	15
Alabalığın P içeriği (%)	0,48
Hasat edilen 1 ton alabalıktaki P miktarı (kg)	4,8
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için kullanılacak yem miktarı (ton)	1.2
1.2 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	18
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg)	18-4,8= 13,2
Göle yüklenebilecek maksimum. P miktarı (ΔP= 60-P)	60 – 41,1 = 18,9 mg/m ³
Sedimentin P tutma katsayısı (R= 1/ (1+0,747* σ ^{0,507}))	R= 1/ (1+0,747*0,31 ^{0,507}) = 0,75
Kafes balıkçılığında kaynaklanacak fosforun sedimentin tutulma katsayısı (R _{balık} = x + [(1-x) * R])	R _{balık} = 0,5 + [(1-0,5)* 0,75] = 0,85
Kafes balıkçılığı ile yüklenebilecek fosfor miktarı (L _{balık} = ΔP * Z * σ / 1 - R _{balık}) (g/m ² /yıl)	L _{balık} = 18,9*7,77*0,31 / (1-0,875) = 0,3
Kabul edilebilir max. Fosfor yüklemesi (L _a = L _{balık} *A*10 ⁶)	L _a = 0,3*0,82*10 ⁶ = 0,25 * 10 ⁶
SBG mevcut su kotunda taşıma kapasitesi (K= L_a/ 1.2 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg))*	K= 0,25*10⁶ / 13,2 =18939 kg/yıl =18,94 ton/yıl

*"x" 0,35 ile 0,55 arasında önerilmektedir. Bu çalışmada 0,5 alınmıştır.

SBG'nün mevcut su kotunda kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi **18,94 ton/yıl** olarak bulunmuştur.

Tablo 3. SBG'nün minimum su kotunda hidrolojik verileri, ortalama toplam fosfor konsantrasyonu ve taşıma kapasitesinin hesaplanması.

Parametre	Değer
Minimum su kotundaki göl alanı (A) (ha)	26,28
Minimum su kotundaki göl hacmi (V) (hm ³)	0,57
Minimum su kotundaki ortalama derinlik ($\bar{Z} = V/A$) (m)	2,1
Net su kazancı (NSK) (m ³ /yıl)	20,4
Minimum su kotundaki yıllık su değişim oranı (y ⁻¹) ($\sigma = V/NSK$)	0,027
SBG ortalama fosfor konsantrasyonu (mg/m ³)	41,1
Ticari alabalık yeminin P içeriği (%)	1,5
1 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	15
Alabalığın P içeriği (%)	0,48
Hasat edilen 1 ton alabalıktaki P miktarı (kg)	4,8
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için kullanılacak yem miktarı (ton)	1,2
1,2 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	18
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg)	18-4,8= 13,2
Göle yüklenebilecek maksimum P miktarı ($\Delta P = 60 - P$)	60 - 41,1 = 18,9 mg/m ³
Sedimentin P tutma katsayısı ($R = 1 / (1 + 0,747 * \sigma^{0,507})$)	$R = 1 / (1 + 0,747 * 0,027^{0,507}) = 0,9$
Kafes balıkçılığında kaynaklanacak fosforun sedimentin tutulma katsayısı ($R_{balık} = x + [(1-x) * R]$)	$R_{balık} = 0,5 + [(1-0,5) * 0,9] = 0,95$
Kafes balıkçılığı ile yüklenebilecek fosfor miktarı ($L_{balık} = \Delta P * Z * \sigma / (1 - R_{balık})$)	$L_{balık} = 18,9 * 2,1 * 0,027 / (1 - 0,95) = 0,02 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$
Kabul edilebilir max. Fosfor yüklemesi ($L_a = L_{balık} * A * 10^6$)	$L_a = 0,02 * 0,262 * 10^6 = 0,005 * 10^6$
SBG minimum su kotunda taşıma kapasitesi (K= L_a/ 1,2 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg))	K= 0,005*10⁶ / 13,2 = 379 kg/yıl Yaklaşık 0,4 ton/yıl

^a"x" 0,35 ile 0,55 arasında önerilmektedir. Bu çalışmada 0,5 alınmıştır.

SBG'nün minimum su kotunda kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi **0,4 ton/yıl** olarak bulunmuştur.

Mevcut su kotu ve minimum su kotunda taşıma kapasitesi hesaplamalarının ortalamaları alınarak SBG'nün kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi ortalama **9,67 ton/yıl** olarak hesaplanmıştır.

Görüldüğü gibi taşıma kapasiteleri arasında çok büyük farklar vardır. SBG gibi su seviyesi değişimlerinin yüksek olduğu baraj göllerinde kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin hesaplamalarında mevcut su kotuna göre değil, minimum su kotundaki alan ve hacim verilerine göre taşıma kapasitesinin hesaplanması hem baraj gölünün su kalitesinin korunması hem de sürdürülebilir kafes balıkçılığı faaliyetleri için daha uygun olacağı kanısına varılmıştır. Ayrıca Dillon ve Rigler (1974), alabalık yetiştiriciliğinde izin verilebilir toplam fosfor miktarını 60 mg/m³ olarak belirtmiş olmakla birlikte, genel özelliklerine göre ötrofik olarak sınıflandırılan göllerin çoğunluğu 30 mg/m³ miktarın üzerinde toplam fosfor içermektedir. Taşıma kapasitesinin hesaplanmasında önerilen 60 mg/m³ miktarın yanı sıra, baraj gölünün ekolojik bütünlüğünün bozulmaması dikkate alınarak, alt sınırının belirlenmesinde 30 mg/m³ olarak alınması söz konusu baraj gölünde balık üretimi yapılmaması gerektiğini daha net bir şekilde ortaya koymaktadır (Ayekin vd., 2018).

ASC (Aquaculture Stewardship Council) Tatlı Su Alabalık Standardı için belirlediği gerekliliklerde "Su kütlesinin başlangıçtaki toplam fosfor konsantrasyonu $\leq 20 \mu\text{g/L}$ olmalıdır" şartı yer almaktadır. (ASC, 2013). SBG'nün ortalama toplam fosfor konsantrasyonu 41,14 mg/m³ olarak hesaplanmıştır ve göl ötrofik durumdadır. Dolayısıyla Sücüllü Baraj Gölü'nde açılacak bir kafes balıkçılığı işletmesinin ASC standartlarını karşılayamayacağı, bu sistemde kafes balıkçılığı yapılamayacağı görülmektedir.

YSKY (2012)'nde Madde 14'ün 4 ve 5. Bentlerinde; baraj göllerinde minimum su kotundaki BG alanının Bakanlıkça taşıma kapasitesi belirlenene kadar, en fazla %3'üne kadar alanda Bakanlığın uygun görüşü ile balık yetiştiriciliği tesislerinin kurulmasına izin verilir.

SBG'nün minimum su kotundaki 26,28 ha alanın %3'ü olan 0,78 ha gölde yetiştiricilik yapılabilecek alandır. SBG'nde önceki yıllarda faaliyet gösteren kafes balıkçılığı işletmesi 300 ton/yıl kapasitede açılmıştır. Bu değer 0,78 ha'lık alan için uygun bir kapasite olmamakla birlikte söz konusu işletme 2015 yılında 157 ton/yıl üretim bildirmiştir. Bulut vd.(2012); SBG'ndeki alabalık işletmesindeki balık ölümlerini araştırdıkları çalışmalarında işletmedeki balıkların karaciğer, dalak ve böbrek dokularından besiyerlerine yapılan ekimlerde herhangi bir bakteri üremesi görülmediğini bildirmişlerdir. Balık ölümlerine SBG'nün su kalitesi problemleri ve balıklarda görülen stresin sebep olduğunu öne sürmüşlerdir.

Dillon ve Rigler (1974)'in fosfor bütçe modelinin uygulandığı taşıma kapasitesi tahmini çalışmalarında; Ayekin vd., (2018); ülkemizdeki üçüncü büyük baraj gölü olan Karakaya Baraj Gölü'nde kafeslerde alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin fosfor yüklenme modeli kullanarak tahmin etmişlerdir. Araştırmacılar; kabul edilebilir fosfor yükü 30 mg/m^3 , yemdeki fosfor içeriği % 1.5, yem dönüşüm oranı 1.5-2.0 arasında kabul edilerek ortalama derinliği 35.75 m, yüzey alanı 268 km^2 ve ortalama toplam fosfor konsantrasyonu $14,5 \text{ mg/m}^3$ olan gölde kafeslerde alabalık yetiştiriciliği için kapasitesi en düşük 50 bin ton/yıl olarak hesaplamıştır. Ancak çevresel kaygılar ve hata payları göz önüne alındığında fosfor konsantrasyonunun en yüksek olduğu Temmuz ayı için hesaplanan 43 bin tonluk taşıma kapasitesinin çevresel açıdan daha anlamlı olacağını, ayrıca alt havzadaki baraj göllerinin ötrofik durumları da dikkate alınarak; 10 bin ton kapasiteye ulaşılmasını takiben ötrofikasyon izleme programları oluşturulması gerektiğini bildirmişlerdir. Pulatsü (2002) tarafından, ağ kafeslerde entansif gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı ortalama toplam fosfor konsantrasyonu $53,10 \text{ mg/m}^3$ olan Kesikköprü Baraj Gölü'nün (Ankara) taşıma kapasitesi 3335 ton/yıl bulunmuştur. Tahmin edilen bu değer in gölün o döneme ait kapasitesinin yaklaşık olarak on katından fazla olduğu belirtilmiştir. Kesikköprü Baraj Gölü'nde pelet ve ekstrude yem kullanan iki farklı ağ kafes işletmesi verileri baz alınarak elde edilen kantitatif bulgular aracılığıyla, yetiştiriciliğin ötrofikasyona etkisini minimuma indirmek açısından ekstrude yem kullanımının uygun olacağı belirlenmiştir. Büyükcapar ve Alp (2006) Menzelet Baraj Gölü'nün (Kahramanmaraş) toplam kabul edilebilir fosfor yüklemesi ve taşıma kapasitesini sırasıyla $84,67 \times 10^6 \text{ g/yıl}$ ve 6998 ton/yıl olarak tahmin etmişlerdir. Buhan vd., (2010) Almus Baraj Gölü'nün (Tokat) taşıma kapasitesini 5536 ton/yıl alabalık olarak tahmin etmiştir. Polat (2009) ise Almus Baraj Gölü'nde 4023,33 – 6981,76 ton/yıl değerleri arasında yetiştiricilik yapılabileceğini ileri sürmüştür. Alp (2015); Karkamış Baraj Gölü (Gaziantep)'nün ortalama TP konsantrasyonu $46,2 \text{ mg/m}^3$ ve gölün alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesini 26144 ton/yıl olarak hesaplamıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Dillon ve Rigler (1974)'in fosfor bütçe modeli kullanılarak SBG'nün fosfor taşıma kapasitesi hesaplanmış ve sonucunda gölde ötrofikasyon riski oluşturmadan ne kadar alabalık yetiştiriciliği yapılabileceği belirlenmiştir. Hesaplamalarda SBG için minimum su kotunda 0,4 ton/yıl ve mevcut su kotunda 18,94 ton/yıl olarak iki ayrı taşıma kapasitesi değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu iki değer in ortalaması alınmış ve SBG'nün taşıma kapasitesi ortalama 9,67 ton/yıl olarak bulunmuştur. Üretim yapılmaya devam edilecekse üretim kapasitesi düşürülmelidir.

Baraj göllerinde yapılacak su ürünleri yetiştiriciliği için taşıma kapasitesi belirlenirken maksimum ve minimum su seviyelerinin dikkate alınması gereklidir. SBG gibi su seviyesi değişimlerinin yüksek olduğu baraj göllerinde kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin hesaplamalarında mevcut su kotuna göre değil, minimum su kotundaki alan ve hacim verilerine göre taşıma kapasitesinin hesaplanması gereklidir. Bu yöntem hem baraj gölünün su kalitesinin korunması hem de sürdürülebilir kafes balıkçılığı faaliyetleri için daha uygun görülmektedir.

SBG'nün ortalama TP konsantrasyonu $41,14 \text{ mg/m}^3$ olarak hesaplanmıştır, ayrıca SBG ötrofik durumdadır. Dolayısıyla SBG'nde açılacak bir kafes balıkçılığı işletmesinin ASC standartlarını karşılayamayacağı, bu sistemde kafes balıkçılığı yapılamayacağı görülmektedir.

SBG'ne besin elementi yükleyen başlıca kaynaklar gölü besleyen dereler ve gölün çevresindeki tarım arazileridir. Gölün su kalitesinin geleceği açısından SBG için bir yönetim planı oluşturulmalı ve gölün su kalitesi izleme çalışmaları yapılmalıdır. Bu haliyle kafes balıkçılığına uygun olmadığı görülen SBG'de yapılacak kafes balıkçılığı faaliyetleri yapılacaksa gölün su kalitesi iyileştirildikten sonra buna karar verilmelidir. Ayrıca SBG'nün Gelendost-Afşar Çayı vasıtasıyla Eğirdir Gölü'nü etkileme potansiyeli olduğundan içme suyu kaynağı olarak kullanılan Eğirdir Gölü'ne etkisi göz

önünde bulundurulmalıdır. SBG'nün su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için SBG'nü besleyen kaynaklardan Bağlarbaşı Deresi'ne evsel atık su deşarjının önlenmesi, yerleşim yerlerine arıtma sistemleri kurulması ve SBG etrafında tarım arazilerinden kaynaklanan besin elementi yüklemesinin azaltılması gereklidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinden kaynaklanan fosfor kirliliğinin azaltılması çalışmaları ülkemizde yeterli seviyede değildir. Özellikle yem sektöründe çalışan firmaların ve piyasada bulunan yemlerdeki fosfor oranlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar için ekonomik olmamaktadır. Bu yüzden ülkemiz için yapılacak çalışmalar; işletmelerin yoğun bir şekilde gözlenmesi, su kaynaklarının taşıma kapasitelerinin belirlenmesi, işletmelerin kurulacağı yerlerin seçiminde özen gösterilmesi ve en önemlisi yemleme oranları ve tekniklerin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu tür çalışmalar doğal çevrenin korunması yanında işletmelerin karşılaştığı risklerin önlenmesi ve ekonomik yönden gelişmesine de yardımcı olacaktır.

Yapılan çalışma SBG'nün limnolojik özellikleri ile ilgili ilk bilimsel çalışmadır. Bilimsel araştırma verileri ve modeller kullanılarak yapılan tahminlerin iç su kaynaklarımızın doğru yönetimi, korunması, sürdürülebilir kullanımı açısından yararlı bilgiler üreteceği, çevre dostu kafes balıkçılığı ve kapasite belirleme çalışmalarına ışık tutabileceği beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Alp, A. (2015). Karkamış Baraj Gölü'nün kafeslerde alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesi raporu. KSÜ Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, 5s, Kahramanmaraş.
- Anonim (2012). Yerüstü su kalitesi yönetmeliği. 30 Kasım 2012 Tarih ve 28483 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim (2019). Ülkemizde Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Mevzuatı ve Alan Belirleme Çalışmaları. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/>
- APHA, (2005). Standart Methods for The Examination Of Water And Wastewater. American Public Health Association, 1134p, Washington, DC.
- ASC, (2013). ASC Freshwater Trout Standart Version 1.0. Retrieved from <http://www.asc-aqua.org>
- Aşır, U. (2007). Kesikköprü Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde Gökkuşuğu Alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) pelet ve ekstrude yemle besiciliğinden kaynaklanan azot-fosfor yükünün tahmini. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Ayekin, B., Yeşilayer, N., & Buhan, E. (2018). Karakaya Baraj Gölü (Malatya) ağ kafes sistemlerinde alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin tahmini. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 7(3), 101-110.
- Beveridge, M.C.M. (1984). Cage and pen fish farming carrying capacity models and environmental impact. FAO Fish.Tech.Pap, 131p. Technichal Report 225.
- Buhan, E., Koçer, M.A.T., Polat, F., Doğan, H.M., Dirim, S. & Neary, E.T. (2010). Almus Baraj Gölü Su Kalitesinin Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi Ve Taşıma Kapasitesinin Tahmini. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 57-65.
- Bulut, C., Meke, T., Akçimen, U., & Ceylan, M. (2012). Sücüllü Baraj Göleti'ndeki (Yalvaç, Isparta) bir gökkuşuğu alabalığı işletmesinde görülen *L. cyprinacea* enfestasyonu. V. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, Isparta, 82.
- Büyükçapar, H.M. & Alp, A. (2006). The Carrying Capacity and Suitability of the Menzelet Reservoir (Kahramanmaraş-Turkey) for Trout Culture in Terms of Water Quality. Journal of Applied Sciences, 6(3), 2774-2778.
- Dillon, P.J., & Rigler, F.H. (1974). A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. J.Fish.Res.Board Can, (31), 1771-1778.
- Dillon, P.J., & Rigler, F.H. (1975). A simple method for predicting the capacity of a lake based on a lake trophic status. J.Fish.Res.Board Can, (32), 1519-1531.
- DSİ, (2018). SVT Rasatlar Bilgi Bankası. Retrieved from. <http://svtbilgi.dsi.gov.tr/Sorgu.aspx>
- Hacısalihoğlu, S., & Karaer, F. (2018). Göllerde su bütçesi hesaplaması: Uluabat Gölü örneği. Toprak Su Dergisi, 7 (2), 21 – 27.
- Uçkun A. A. (2011). Karakaya Baraj Gölü'nde kafes balıkçılığının su kalitesi ve bazı balık popülasyonlarının biyolojik parametreleri üzerine etkileri. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Polat, F. (2009). Almus Baraj Gölü'nde bazı fizikokimyasal parametrelerin coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi ve gölün fosfor taşıma kapasitesinin belirlenmesi. (Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Pulatsü, S. (2002). The Application of a Phosphorus Budget Model Estimating the Carrying Capacity of Kesikköprü Dam Lake. Turkish Journal of Veterinerian and Animal Science, 27, 1127-1130.
- Pulatsü, S., Topçu, A., & Atay, D. (2014). *Su Kirlenmesi ve Kontrolü*. II. Baskı, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.

- Simanjuntak, H.B.C.I., & Muhammad, F. (2018). carrying capacity of Kedungombo Reservoir for net cage culture, *E3S Web of Conferences* 73, 03018.
- Stigebrandt, A., Aure, J., Ervik, A. & Hansen, P.K. (2004). Regulating the local environment impact of intensive marine fish farming a model for estimation of the holding capacity in the modelling-ongrowing fish farms monitoring system. *Aquaculture*, 234, 239-261
- Wetzel, R.G., & Likens, G.E. (2000). *Limnological Analyses*. Third Edition, Springer-Verlag Inc., New York.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology lake and river ecosystems*. Third Edition, Academic Press, California.

Bafa Gölünde Küçük Ölçekli Balıkçılıkta Kullanılan Av Araçlarının Yapısal Özellikleri**M. Hakan KAYKAÇ^{1*}**, **Zafer TOSUNOĞLU¹**, **Hasan M. SARI¹**¹Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye*Sorumlu Yazar: m.hakan.kaykac@gmail.com**Araştırma Makalesi**

Geliş 18 Eylül 2020; Kabul 17 Şubat 2021; Basım 01 Haziran 2021.

Alıntı: Kaykaç, M. H., Tosunoğlu, Z. & Sarı, M. H. (2021). Bafa Gölünde küçük ölçekli balıkçılıkta kullanılan av araçlarının yapısal özellikleri. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 233-245. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.796179>**Özet**

Bu çalışmada, Bafa Gölü balıkçılığının karakteristik özelliği olan küçük ölçekli av araçlarının teknik ve yapısal özellikleri incelenmiştir. Av araçlarının donamsal ve operasyonel özellikleri 2018-2019 yılları arasında yerinde ve balıkçılar ile yüz yüze yapılan görüşmeler ile elde edilmiştir. Av araçlarının teknik ve detay planları FAO kataloglarına uygun standartlarda, MS-Visio Programı kullanılarak çizilmiştir. Gölde 200-250 tekne olmasına rağmen bu teknelerin sadece %10-15'i düzenli balıkçılık faaliyetinde bulunmaktadır. Küçük ölçekli av araçlarından galsama ve fanyalı uzatma ağı ile birlikte yoğun bir şekilde pinterlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu av araçları ile levrek, çipura, kefaller, gümüş balığı (camgöz) ve yılan balıkları yakalanmaktadır. Bu türler içerisinde en fazla kefal türleri yakalansa da en yüksek kazancı yılan balıkları sağlamaktadır. Bafa Gölü balıkçılığının sürdürülebilirliği, göl ekosistemi ile doğrudan ilişkilidir ve bağlantılı Büyük Menderes Nehri suları göl için hayati bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, Bafa Gölü ve balıkçılığının sürdürülebilirliği için en kısa sürede Ekosistem Temelli Balıkçılık yönetimine geçilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Bafa Gölü, galsama uzatma ağı, fanyalı uzatma ağı, pinter, sürdürülebilirlik**Structural Features of Fishing Gears Used in Small Scale Fishing in the Lake Bafa****Abstract**

In this study, technical and structural characteristics of the small-scale fishing gears used in Lake Bafa were evaluated. The rigging and operational features of the fishing gears were obtained in situ and through face-to-face interviews with fishermen between 2018 and 2019. The technical and detailed plans of the fishing gears were drawn by means of the MS-Visio Program in standards complying with FAO catalogs. Although there are 200-250 boats in the lake, among these only 10-15% are used as regular in fishing activities. It has been determined that fyke nets are used intensively together with gill and trammel nets among small-scale fishing gears. Seabass, sea bream, grey mullets, big-scale sand smelt (camgöz), and eels are caught by these fishing gears. While mullets are the most landed species, eels have the highest commercial value. The sustainability of fishing in Lake Bafa is directly related to the lake ecosystem and the associated the Büyük Menderes River waters are vital to the lake. Therefore, ecosystem-based fisheries management should be implemented for the sustainability and fisheries of Lake Bafa.

Keywords: Bafa Lake, gill nets, trammel nets, fyke nets, sustainability**GİRİŞ**

Bafa Gölü, Batı Anadolu'nun Aydın İli Söke İlçesi ile Muğla İlinin Milas İlçe sınırları içindedir. Bafa Gölü Türkiye'nin yaşam mücadelesi veren sayılı önemli büyük göllerinden biridir. Daha önceleri Ege Denizi'nin bir parçası olan Bafa Gölü, Büyük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyonlara denizden ayrılarak oligohalin özelliğe sahip bir göl halini almıştı ve yakın zamana kadar gölde sazan ve yayın balığı gibi ekonomik tatlısu balıkları yaşamaktaydı. Ancak, gölü besleyen Büyük Menderes Nehri ve göl civarında yapılan önemli su yapıları göl suyunun tuzluluğunun artmasına neden olmuş, gölde yaşayan balık türleri ve popülasyonları da son 15 yılda değişmiştir. Sakızburnu dalyanının da faaliyette olduğu dönemlerde 500 tonu geçen av üretimi ve yurtdışına balık ihracatı yöre halkı için büyük bir ekonomik faaliyetti (Tosunoğlu vd., 2017).

Taşkınlara karşı önerilen setlerin ekosistem yaklaşımı bir yönetim anlayışıyla yönetilememesi Bafa gölünde büyük sorunlara neden olmuştur (Artüz, 1958; Tosunoğlu vd., 2017). Gölün Büyük Menderes ile olan bağlantısının Haziran Ayı başı ve Eylül Ayı ortalarına kadar kesilmesi, gölün hem Ege Denizi bağlantısı olmaması hemde tatlısu girişi engellenmiş olması göldeki ekosistemi olumsuz

yönde etkilediği görülmektedir. Bu etkileşimde su kalite değişkenlerinde düzensizlikler meydana gelmiştir. En bariz örneği tuzlulukta görülmüştür. Tuzluluk 1986 yılında 4,5 ppt (Balık ve Ustaoglu, 1989) olan tuzluluk değeri 18,4 ppt (Kesici vd., 2013) değerine ulaşmış, ancak günümüzde ise tuzluluğun 14,3 ppt'ye kadar gerilediği, ancak eski dalıyan kalamı göl ağzında 31,7 ppt gibi yüksek düzeye çıktığı saptanmıştır. Gölde 1997 yılında yapılan çalışmada daha önceden bilinen 9 tatlı su balığından sadece *Cyprinus carpio*, *Gambusia affinis* ve *Salaria fluviatilis* bulunduğu (Sarı ve Bilecenoğlu, 2000), günümüzde ise tatlısu balıklarından kalmadığı belirlenmiştir. Ancak Kapıkırı mahallesi mevkindeki tatlısu girişinde *Gambusia holbrooki* türü azda olsa bulunmaktadır (Kurtul ve Sarı, 2019).

Bafa Gölü'nde ekonomik değeri olan kefal, *Mugil spp.*, levrek, *Dicentrarchus labrax*, çipura, *Sparus aurata* ve yılan balığı, *Anguilla anguilla* bulunmaktadır. Gölün balık çeşitliliği üzerine yapılan çalışmalarda Kasperek (1988) ve Balık vd. (1989) gölde toplam 17, Sarı vd. (1999a, b) ile Kuru vd. (2001) 20 balık türü olduğunu bildirmişlerdir. Bafa Gölü 2015 yılı sonrası %43'lük (6 ton) üretim ile Ege Bölgesi yılan balığı avcılığının lideridir (Kaykaç ve Tosunoğlu, 2018).

2011 yılına kadar Bafa Gölü üretimine önemli katkı sağlayan Sakızburnu Dalıyanı toplam üretimin 1/3'ünü sağlamaktaydı (Selçuk, 1988). Dalıyanın ortadan kaybolmasıyla gölde sadece küçük ölçekli av araçları ile avcılık gerçekleştirilmektedir. Bafa Gölü S.S. Serçin Köyü Su Ürünleri Kooperatifi tarafından balıkçılık yapmak üzere 2014-2019 Yılları arasında 5 yıllığına kiralanmıştır. Bu durum göldeki yasa dışı avcılığı ve aşırı avcılığın önlenmesi açısından önemlidir.

Bafa Gölü, son 20 yıla kadar balıkçılık ve tarihsel kültürel mirası ile adından söz ettiren, günümüzde artık daha çok kirlilik kaynaklı ani balık ölümleri ile gündeme gelmektedir. Ege Bölgesi'nin en büyük gölü olan Bafa ile ilgili yapılan araştırmaların çoğu kirlilik ve balık popülasyonları üzerinedir. Gölde sürdürülebilir balıkçılık, yenilenebilir bir kaynak ile mümkündür. Bu da ancak iyi bir balıkçılık yönetimi ile mümkündür (Aksoy ve Koç, 2012). Bu nedenle balıkçılık av gücü ile direkt etkileşim içinde olan av araçlarının özelliklerinin iyi derecede bilinmesine gereksinim vardır. Gölde kullanılan av araçlarının teknik ve yapısal özellikler ilk defa bu çalışma ile detaylı olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, 2018-2019 yılları arasında Aydın Söke ve Muğla Milas ilçe sınırları içindeki Bafa Gölü'nde yürütülmüştür (Şekil 1). Bu çalışmaya ait veriler Bafa Gölü'ndeki tekne ve balıkçı sayısı S.S. Serçin Köyü Su Ürünleri Kooperatifi'nden temin edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı.

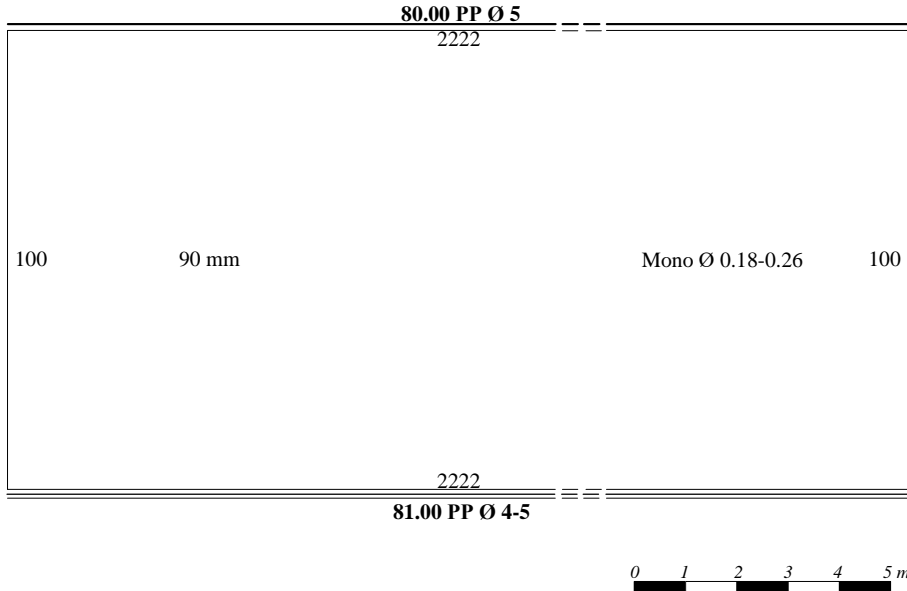
Av araçlarının teknik ve detay planları FAO kataloglarına uygun standartlarda (Nédélec, 1975; FAO, 1978) MS-Visio programı kullanılarak çizilmiştir. Donam ve operasyonel özellikleri, avcılık dönemleri balıkçılar ile yüz yüze yapılan görüşmeler (anket) ve av araçlarının yerinde incelenmesi ile elde edilmiştir. Ankette aktif balıkçı ve tekne sayısı, kullanılan av araçlarının sayısı, çeşidi ve teknik özellikleri (materyal, büyüklük, donam özelliği vs.), balıkçılık sorunları ve avlanan türler üzerine birçok soru bulunmaktadır.

BULGULAR

Bafa Gölü'nde 200-250 tekne ile balıkçılık yapılmakta olup, bu teknelerden sadece bir adedi S.S. Serçin Su Ürünleri Kooperatifine kayıtlıdır. Kooperatife kayıtlı 286 üye bulunmakla birlikte, yöre halkı balıkçılığın yanında tarım (zeytin, incir vs.) ve hayvancılıkla da uğraşmaktadır. Teknelerin yarısından fazlası %85-90'ı sadece bu işler için kullanılmakta iken geri kalanlar balıkçılık aktivitelerinde kullanılmaktadır. Avcılıkta kullanılan tekneler farklı ağ gözü açıklığındaki zatma ağları (galsama ve fanyalı) ve farklı boyutlardaki pinterler kullanılmaktadırlar. Daha önceleri paragat takımları ile avcılık yapılmış olsa da günümüzde kooperatif üyeleri arasında alınan karar gereği artık bu takımlar gölde kullanılmamaktadır.

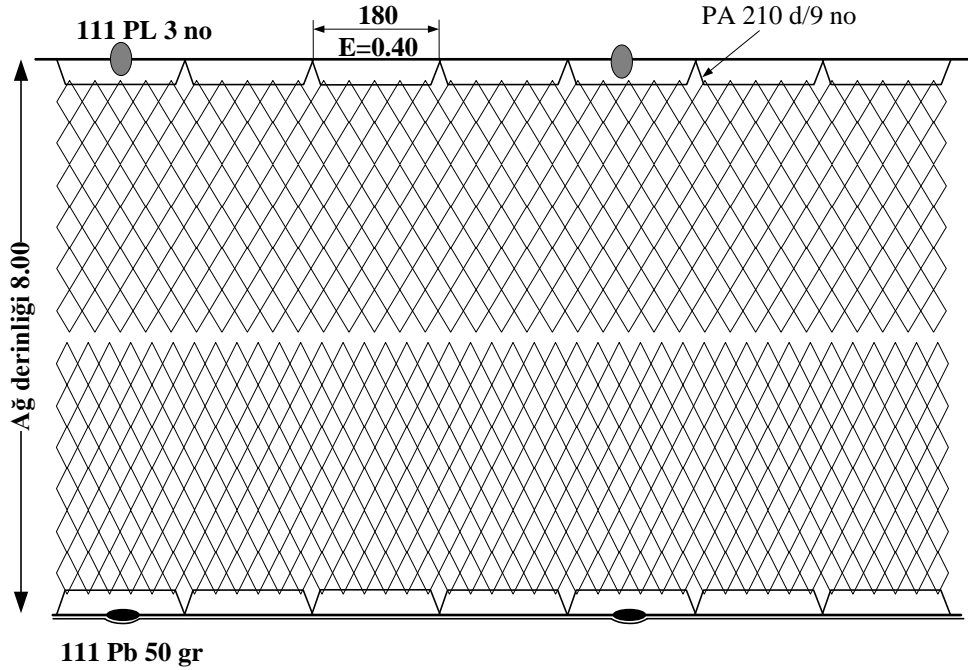
Galsama Uzatma Ağları

Galsama ağları genelde voli yöntemi ile levrek avcılığında kullanılmaktadır. Bu ağlar 45, 50, 55 ve 60 mm göz açıklığında 100 veya 120 göz derinliğindeki misina ağlardan oluşmaktadır. Ağların ip kalınlıkları 0,18 - 0,26 mm ve derinliği ise donama bağlı olarak 8-10 m arasındadır. Genelde hemen hemen hepsi aynı donam özelliklerine sahip olsa da balıkçılar yapım aşamasında tecrübe ve deneyimlerine göre ağlarını donatım aşamasında bazı ufak değişiklikler yapabilmektedir. Bu durumda her bir posta ağın boyu farklı olabilmektedir. Galsama ağlarının donam faktörleri 0,35-0,45 arasında değişmekte olup genelde 0,40 donam faktörü uygulanmaktadır. Mantar yaka 5 mm çapında polipropilen (PP) halattan, kurşun yaka da koşmalı olup 4-5 mm çapındaki PP halatlardan oluşur. Şekil 2'de, Bafa Gölü'nde yaygın olarak kullanılan 90 mm ağ göz boyunda, 100 göz derinliğindeki galsama ağın teknik planı verilmiştir. Altı postadan oluşan bu ağ, gölün derin yerlerinde voli yöntemi ile kullanılmaktadır. Voli yöntemi; avcılık yapılacak alanın ağlar ile çevrildikten sonra Güpbek (Labut) aleti ile gürültü yapılarak balıkların korkup ağa yönlendirilmesi ve ağa takılarak yakalanması şeklinde gerçekleşmektedir.



Şekil 2. Ağ göz boyu 90 mm (45'lik) olan misina galsama ağının ölçekli teknik planı.

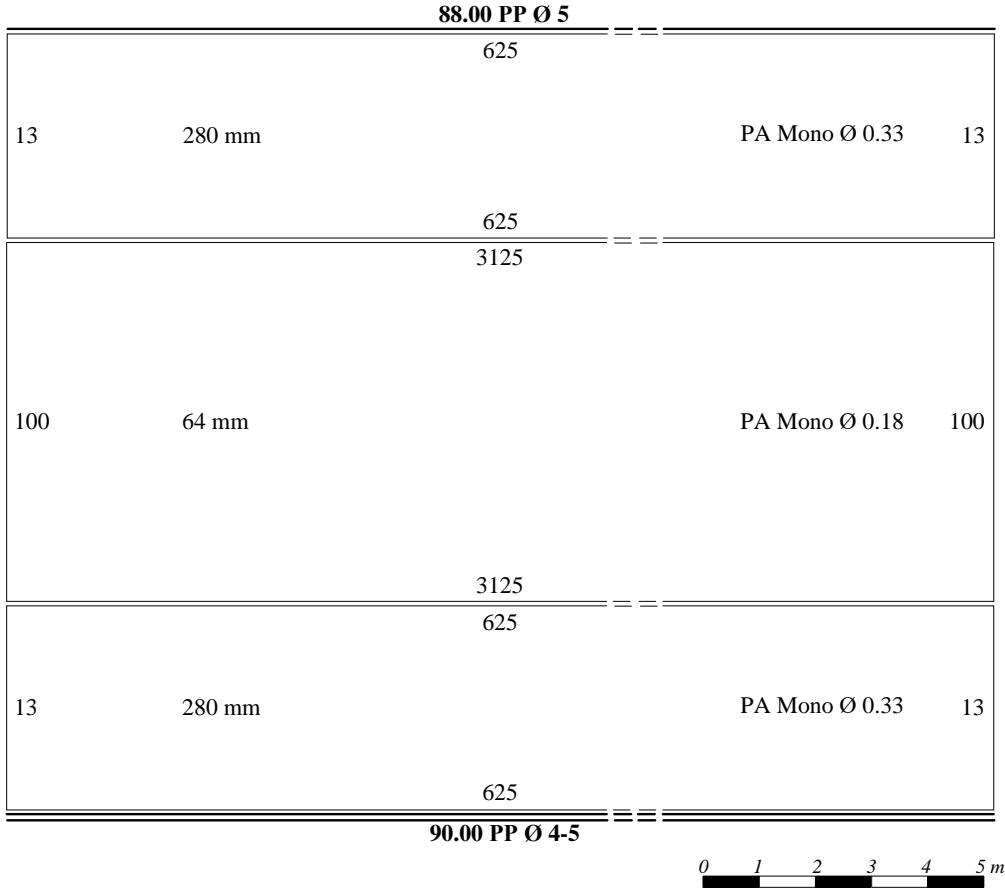
Yukarıda teknik planı verilen ağı donam detayları şekil 3'deki gibidir. 18 cm uzunluğundaki çakoya (donam çubuğu) 90 mm boyundaki 5 ağ gözü donatılırken 13-15 cm boyundaki bir çakoya ise 120 mm'lik 3 ağ gözü donatılır. Bu ağların donatıldıktan sonraki derinliği 8 m civarındadır. Mantar ve kurşun yakada kullanılan mantar ve kurşunlar genelde 3 boş 1 dolu olacak şekilde donatılır. Bazen mantar yaka 2 boş 1 dolu şeklinde de olabilir. Genelde 3 numara plastik (PL) yüzdürücüler ve 40-50 g ağırlığında kurşun (Pb) batırıcılar tercih edilmektedir.



Şekil 3. Galsama uzatma ağının donatılmış detay planı.

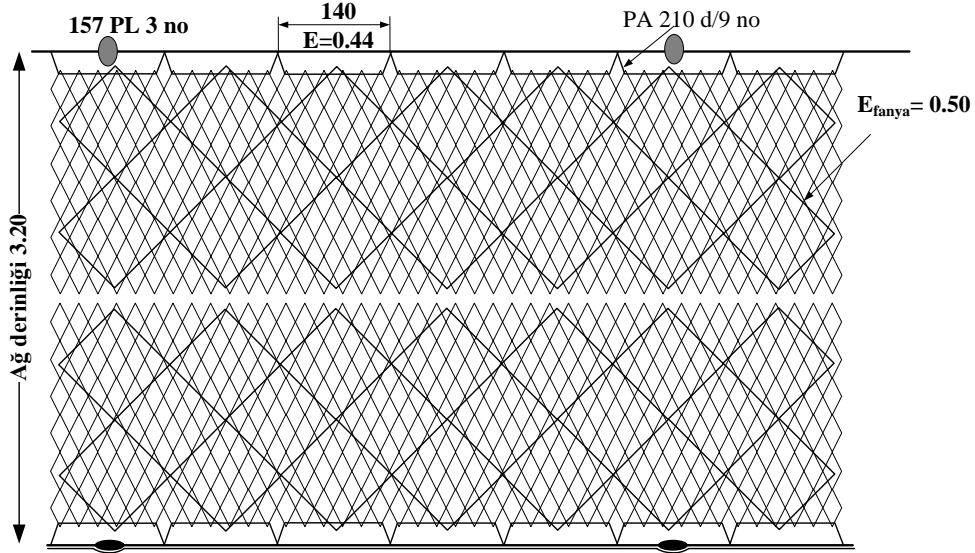
Fanyalı Uzatma Ağları

Gölde kullanılan fanyalı uzatma ağları genelde döneğe bırakılarak kullanılmaktadır. Kullanılan tüm ağlar farklı göz genişliğinde ve kalınlığındaki misina ağlardan oluşmaktadır. Bu ağlara 0,35-0,45 arasında donam faktörü uygulanmaktadır. Bu durumda her bir posta ağ 70-90 m arasında değişmektedir. Yaygın olarak kullanılan ağlar 0,44 donam faktörü ile donatıldığından uzunlukları 88 m'dir. Tor ağ 32-60 mm göz genişliğinde 0,18-0,26 mm ip kalınlığında, fanya (manoz) 140-180 mm göz genişliğinde, 0,33 mm kalınlığındadır. Tüm ağlar monofilament (misina) ağlardan oluşmaktadır. Ağların derinlikleri, ağ göz büyüklüğündeki farklılıklara göre sırasıyla 100, 120 ve 150 göz tor için 13, 22 ve 27 manoz (fanya gözü) şeklindedir. Gölde yaygın olarak kullanılan fanyalı uzatma ağının ölçekli teknik planı şekil 4'de verilmiştir. Mantar yakada 5 numara PP halat kullanılırken kurşun yakada koşmalı 4 ve 5 numara PP halat kullanılmıştır.



Şekil 4. Ağ göz boyu 64 mm (32'lik) olan fanyalı uzatma ağının ölçekli teknik planı.

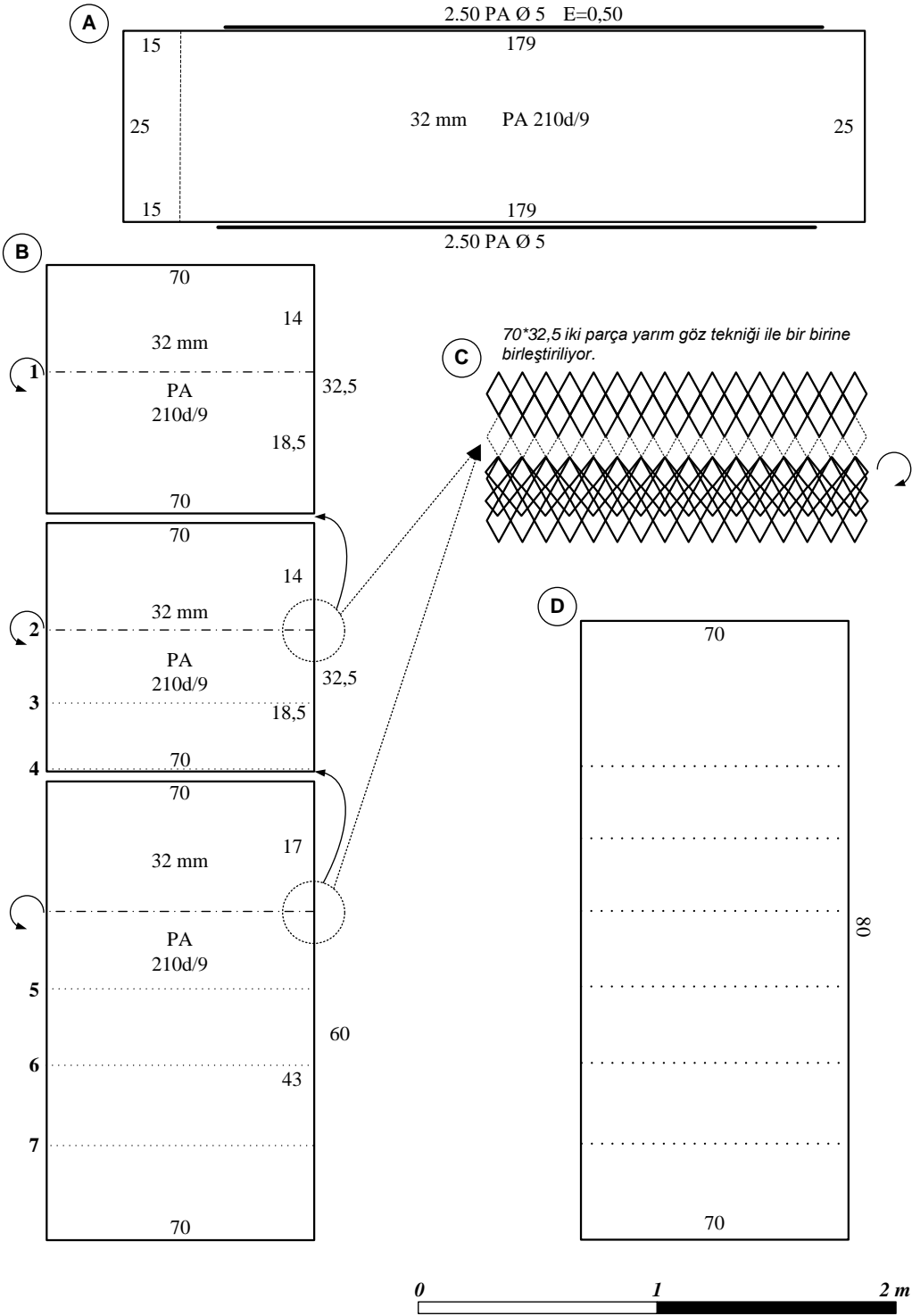
Her teknede dönecek avcılığında kullanılan bu ağlardan yaklaşık 6-8 posta bulunmaktadır. Ancak, 35 tekneye yakınında 12 posta ağ olanlarda mevcuttur. Ağlar donatılırken çako boyu tek bir fanya koluna, 5 göz tor ağ alınarak donam yapılır (Şekil 5). Bu durumda tor ağ donamı 0,44 iken, fanya donamı 0,50 olmaktadır. Ağın donatıldıktan sonraki derinliği ise yaklaşık 3,2 m civarındadır. 40-45 mm göz genişliğinde kullanılan tor ağlarda, fanya göz genişliği yaklaşık 180 mm'dir. Bu ağlarda çako boyu bir fanya kolundan yaklaşık 1 cm daha az olup, buraya 5 tor ağ göz donama alınmaktadır. Bu ağlarda 100 göz derinliğindeki tor ağ için yaklaşık 21 manoz (fanya gözü) kullanılmaktadır. Mantar yakada 3 numara PL yüzdürücüler kullanılırken, kurşun yakada 50 g batırcılar 4 boş 1 dolu şeklinde donatılmaktadır. Topan kefal, levrek ve büyük ceran kefal bu ağlar ile yakalanan başlıca türlerdir.



Şekil 5. Fanyalı uzatma ağının donatılmış detaylı planı.

Pinterler

Gölde 100 kadar tekne pinter ile yılan balığı avcılığı yapılmaktadır. Pinterler ilk çemberdeki göz sayısına göre isimlendirilmekte ve gölde 70, 80, 100, 120, 150 ve 200 göz büyüklüğüne sahip pinterler kullanılsa da en yaygınları 70 ve 150 göz büyüklüğündekilerdir. Fakat 250 boyutunda pinterlerde kullanılabilir. Bu pinterlerin neredeyse tamamına yakını D girişlidir. Giriş önünde yaklaşık 2,5 – 3 m uzunluğunda germe ağ mevcuttur. Germe ağlar genelde 32 mm ağ göz boyunda ve 210d/9 numara ip kalınlığında olup, 25-30 göz derinliğindedir. Germe ağının yaklaşık 15-20 gözü D girişli çembere içeriye doğru donatılmakta, kalan kısmı yönlendirmede germe ağı olarak kalmaktadır (Şekil 6-A).



Şekil 6. 70 gözlü pinter ve germe ağının teknik planı.

70 gözlü pinterin tamamında 210d/9 numara ip kalınlığında 32 mm ağ göz boyunda ağlar kullanılmaktadır. Pinterlerde özel bir donam uygulanmakta ve ağlar donatılırken pinter hazneleri (boğazlar) ekstra bir ağ kullanılmadan yekpare ağ parçalarının katlanması ile oluşmaktadır. 70 gözlü pinter;

Aynı ağ göz boyunda 70*32,5 göz ağdan 2 adet ve 70*60 göz ağdan 1 adet olmak üzere toplam 3 parçadan oluşmaktadır (Şekil 6-B).

70*32,5 gözlü iki parça birbirine donatılırken ikinci parça ağda 14 göz sayılır ikiye katlanır. Buradaki gözler ilk parçanın sondaki 18,5'luk gözüne yarım göz tekniği ile şekil 6-C'deki gibi göz tamamlanarak donatılır. Böylece 14 gözlü ikinci boğaz ortaya çıkar.

Son olarak 70*60 gözlü parçadan 17 göz sayılıp katlanarak öndeki 18,5 gözlü ağa yarım göz oluşturularak birleştirilir. Burası pinterin üçüncü boğazıdır.

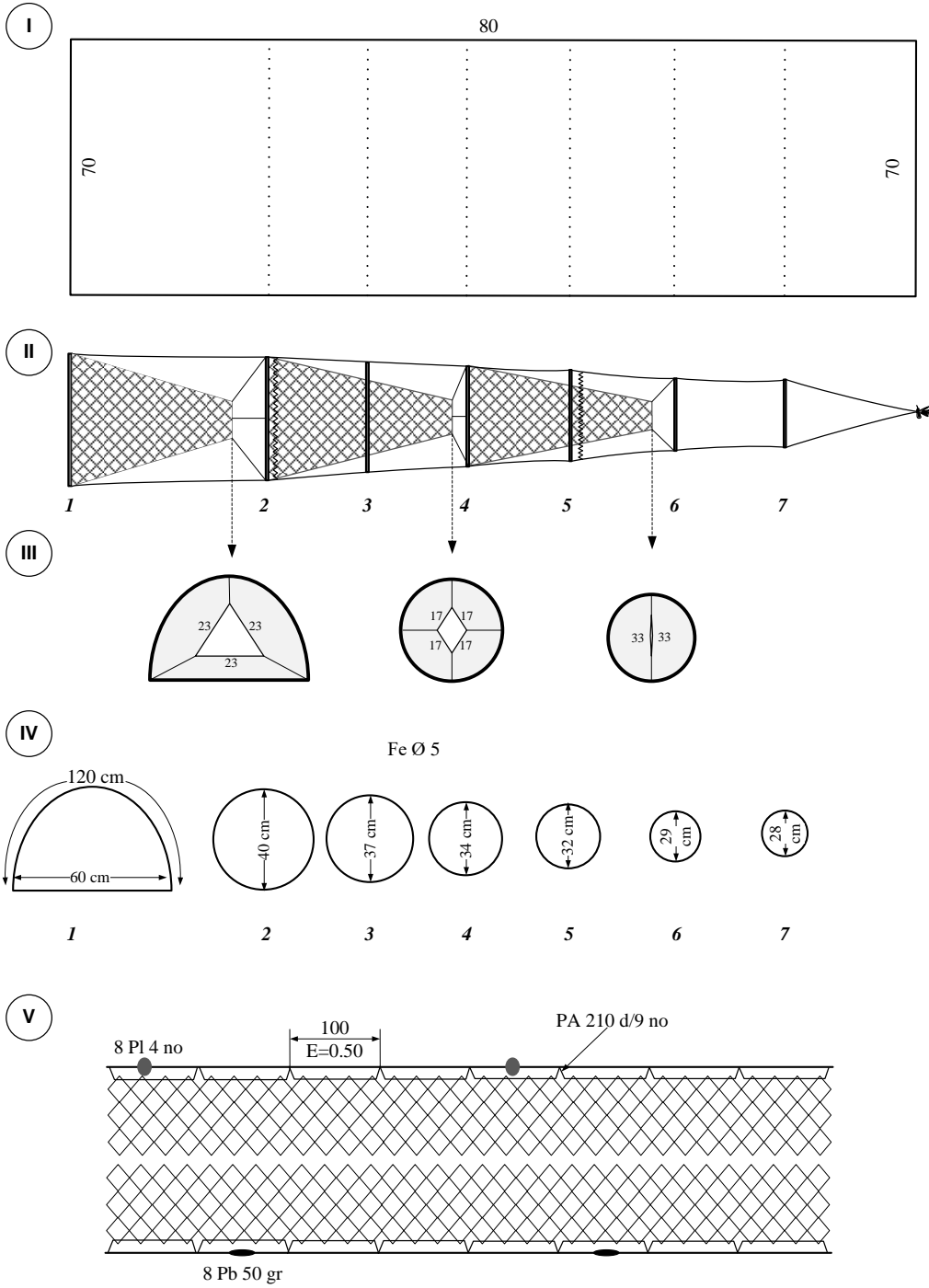
Bu birleştirmelerden sonra enine 70 göz, boyuna 80 göz 3 boğazlı pinter oluşturulur (Şekil 6-D). Çevresi 70 göz olacak şekilde yarım göz ile birleştirilen noktalar birbirine şekil 7'deki gibi birleştirilir.



Şekil 7. Pinter ağının yarım göz ile çatılması ve boğazların oluşturulması.

Daha sonra şekil 8-IV'deki 5 mm kalınlığındaki üzeri plastik kaplanmış demir çemberler sırasıyla küçükten büyüğe doğru planda belirtilen noktalara donatılır. Bu işlem yapılırken pinter gergin olacak şekilde baştan ve sondan asılır (Şekil 9).

Çemberler donatıldıktan sonra pinter boğazları şekil 8-III'deki donatılır. Pinterde D girişten itibaren ilk boğaz üçgen, ikinci boğaz baklava ve son boğaz daha dar ve yandan bakıldığında hilal şeklinde yapılır.



Şekil 8. 70 göz büyüklüğündeki pinterde çemberlerin konumu, boğazların şekli ve germe ağı detayları.



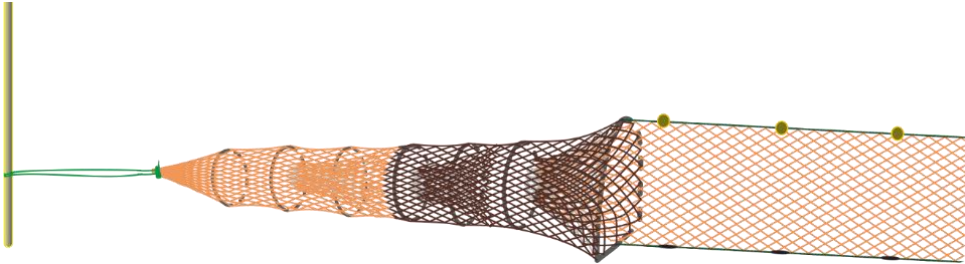
Şekil 9. Pintere boğazların birleştirilmesi (donatılması).

Gölde 250 göz büyüklüğünde az sayıda pinter de yılan balığı avcılığında kullanılmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Bafa Gölü'nde kullanılan 250 göz büyüklüğündeki pinter.

Donatılan pinterler kullanım aşamasında su içinde şekil 11'deki gibi olmakta ve şekil 12'deki gibi sırayla avcılık için göle bırakılmaktadır. Gölde farklı büyüklüklerde toplam 1500-2000 adet pinter kullanılmaktadır. Yılan balığı avcılığında kullanılan pinterler 12 ay avcılık yapmakta, 2 günde bir kontrol edilmektedir.



Şekil 11. Germe ağı donatılmış bir pinterin yerleştirme şekli.



Şekil 12. Bafa Gölü'nde kullanılmış ve terkedilmiş (hayalet) pinterler.

Balıkçılık av araçlarına zarar veren makrozoobentik tür serpulid poliketlerden ve *Ficopomatus enigmaticus*'tur (Şekil 13).



Şekil 13. Bafa gölünde balıkçıların av araçlarına ve teknelere zarar veren poliket *Ficopomatus enigmaticus*

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bafa Gölü'nde avcılık küçük ölçekli av araçlarından uzatma ağları ve pinterlerle gerçekleştirilmektedir. Gölde 200-250 civarı tekne olmasına karşın sadece 1 kayıtlı tekne olması önemli bir veridir. Oysaki S.S. Serçin Su Ürünleri Kooperatifinin 286 üyesi bulunmaktadır. Sakızburnu dalyanı varken toplam üretimin 2/3'ünün küçük ölçekli av araçları ile yapıldığı belirtilirken (Selçuk, 1988; Tosunoğlu vd., 2017), günümüzde bu avın tamamına yakını bu küçük ölçekli av araçlarıyla yapılmaktadır.

Bafa Gölü'nde levrek, çipura, kefal türleri ve yılan balığı ticari avcılığı yapılan türler arasındadır. Araştırmacılar gölde 1980-1990'lı yıllarda 17-20 çeşit balık türünün olduğu (Kasperek, 1988; Balık vd., 1989; Sarı vd., 1999a, b; Kuru vd., 2001), günümüzde halen ticari değeri olan yukardaki türler avlanmaktadır. Daha önceleri sazının ticari türler arasında olmasına rağmen son 30 yıldaki tuzluluk

artışı ile gölde yok olduğu belirlenmiştir. Gölde levrek, çipura, kefal türleri, gümüş balığı ve yılan balığı baskın türler olup en fazla avı kefal türleri vermektedir. 1 Mayıs – 31 Temmuz arasında üç ay süre ile gölde yılan balığı hariç su ürünleri avcılığı yasaktır (Anonim, 2020). Göldeki yılan balığı avcılığı yüksek ticari değere sahiptir. Bu talep türün ihracaat ürünü olmasından kaynaklanmaktadır. Bu türün avcılığında ise yoğun olarak pinterlerin yıl boyunca (1 Aralık - 1 Mart tarihleri hariç) kullanıldığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğe (5/1 Numaralı tebliğ-2020, Madde 33) göre 1 Mayıs – 31 Temmuz tarihleri arasında gölde yılan balığı hariç su ürünleri avcılığı yasaktır. Tebliğde bu tür için 50 cm boy yasağı olması ile birlikte bakanlık tarafından belirlenen kota uygulamasına tabidir (Anonim, 2020).

Kullanılan uzatma ağlarında fanyalı ağ derinliği 3,20 iken galsama ağ derinliği 8 m civarındadır. Fanyalı ağlar galsama ağlara oranla daha fazladır. Genelde galsama ağlar ile gölde voli yöntemiyle avcılık yapılırken iken fanyalı ağlar ile dönüğe bırakılarak avcılık tercih edilmektedir. Gölde kullanılan uzatma ağlarının tamamına yakını misina ağlardan oluşmaktadır. Denizlerde yapılan su ürünleri avcılığında monofilament misina ağların ve multimonofilament misina ağların kullanılması, gemilerde, balıkçı barınaklarında, barınma ve çekek yerlerinde bulundurulması yasaktır (Anonim, 2020). Balıkçılar göl sularında, ip ağların misina ağlara oranla daha fazla kirlendiğini belirtmektedir (Sürer ve Kuşat, 2013). Bu durum uzatma ağına göre daha küçük gözlü ip ağ kullanılan pinterlerde daha barizdir. Bafa Gölü'nde karşılaşılan bu soruna benzer durumdan Sürer ve Kuşat (2013) Eğirdir Gölü'nde yaptıkları çalışmada da bahsetmiştir. İp ağların monofilament ağlara nazaran yapı bakımından çabuk kirlenen ve temizlenmesi monofilament ağlara göre zor olan ağlardır. Eğirdir Gölü'nde çalışan balıkçı monofilament ağları kolaylıkla temizleyebildiğini ancak multifilament ağları temizlemek için çamaşır suyu veya kimyasal maddeler kullandığını belirtmektedir. Ağ ağartmak için kullanılan bu çamaşır suyu veya kimyasal maddeler göl içerisinde ya da göl kıyısında uygulandığında kirliliğe neden olacaktır şeklinde belirtmiştir (Sürer ve Kuşat, 2013). Ayrıca bir başka kirlenme olayı olan fouling organizma (herhangi bir yüzeyi delerek veya yapışarak işlevini engelleyen organizma) olup, sert yüzeyler üzerinde tutunup koloniler (büyük gruplar) oluşturmakta ve tutundukları yüzeye zarar verirler. Bu nedenle tutundukları yüzey eğer bir araç veya alet ise işlevini yapmasına da engel olurlar. Bu organizma ya üzerine tutunduğu bir araç ile (taşımada vb. kullanılan), teknelerin içinde kalmış su ile veya üzerine tutunduğu başka organizmalar aracılığı ile bir yerden başka bir yere taşınabilmektedir. Tuzluluğa karşı çok dirençlidirler. Yüksek tuzluluklara dayanabilmesine karşın daha çok acı sularda yaşamayı tercih ederler. Genelde haliç ve nehir ağzı gibi acı sularda, gel-git bölgesinde ve sığ sularda kaya, beton, ağaç ve kabuklular gibi materyaller üzerinde bulunurlar. Doğal olmayan objelere (Tekne, kazıklar, şamandıralar ve yüzer rıhtımlar) yapışır. *F. enigmatus* 2015'de Bafa Gölü'nde kaydedilen egzotik bir türdür (Şaşı ve Yabanlı, 2015). Orijini Batı Hint Pasifiği olan tür 1953 yılında Akdeniz'de rapor edilmiştir.

Ficopomatus enigmaticus (Serpulidae: Polychaeta) diğer istilacılar gibi Bafa Gölü'ne uyum göstermiştir. *Ficopomatus enigmaticus* operkulumları kapalı iken bir süre su dışında kalsa bile kendini koruyabilmektedir. Bu yüzden türün bir vektör yolu ile bir yerden başka bir yere kolayca taşınması olasıdır. Habitata girmiş bir istilacı türü tamamen yok etmek çok zordur. Çünkü istilacı türler çevresel şartlara karşı oldukça dirençlidirler. Kendisine benzer türler ile başarılı rekabete girerler ve ortamda hızla çoğalarak yayılırlar. Gölde organik partikül maddenin bol olması sonucu oluşan ötrofikasyonun, göl suyunun acısu olması ve gölün ılıman bir kuşakta olması nedeniyle çok iyi uyum göstermiştir. Gölde bulunan tekneler ve bekletilen av araçları özellikle pinterler zarar vermektedir. Pinterler uzun süre suda kalmakta sadece 2 günde bir kontrol edilmektedir. Balıkçı bu istilacı türle mücadele edemediği için pinterlerde kullanılan ağ ip kalınlıklarını daha ince yapma yolunu tercih etmişlerdir. İstilacı türün ip ağları kaplaması ile kalınlaştığı zaman zaman ağ gözlerinin şekil 13'deki gibi kapandığı görülmektedir.

Sonuç olarak, balıkçılıkta, stoklar üzerinde av baskısı oluşturan balıkçı teknesi ve av araçları sayısı önemlidir (Özbilgin vd., 2009). Bafa Gölü balıkçılığı da dinamik bir yapıda olduğu için gölde kullanılan av araçlarının teknik özelliklerinin bilinmesi ve sürekli izlenmesi gerekmektedir. Avlanan balık miktarı kadar bunların hangi av araçları ile nasıl avlandığı bilinirse sürdürülebilir balıkçılık yönetimi açısından fayda sağlamaktadır. Bafa Gölü üzerine yapılan çalışmaların çoğunda bu tür veriler detaylı bir şekilde ele alınmamıştır. Çalışma sonuçlarının Bafa Gölü'nde bundan sonra balıkçılık ile ilgili yapılacak olan çalışmalara fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 18-SAUM-001 nolu proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2020). 5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü. SÜRKOOP Su Ürünleri Kooperatifi Merkez Birliği, Pozitif Matbaa, Ankara, 112.
- Aksoy, R., & Koç, G. (2012). Küçük ölçekli balıkçılığın genel profili: Zonguldak ili merkez ilçesinde bir saha çalışması. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 8, 87-103.
- Artüz, M.İ. (1958). Bafa Gölü'nde balıkçılık araştırmaları. *Balık ve Balıkçılık*, 6, 2-9.
- Balık, S., & Ustaoglu, M.R. (1989). Bafa Gölü'ndeki Ulubat balığı (*Acanthobrama mirabilis* Ladiges, 1960)'nın biyolojik ve ekonomik yönlerden incelenmesi. *Doğa Zooloji*, 13, 141-174.
- FAO, (1978). FAO Catalogue of small-scale fishing gear. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 160.
- Kasperek, M. (1988). Bafasee. Natur und Geschichte in der Türkischen Ägäis. - Max Kasperek Verlag, Heidelberg, 174.
- Kaykaç, M.H., & Tosunoğlu, Z. (2018). The European Eel (*Anguilla Anguilla*) fishing in coastal lagoons along the Aegean coast of Turkey. 13th International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (21-23 Kasım 2018- FABA2018).
- Kesici, K., Kesici, E., & Sukatar, A. (2013). Büyük Menderes nehrindeki kirlilik ve balık ölümleri. *Tabiat ve İnsan*, 47: 3-10.
- Kuru, M., Balık, S., Ustaoglu, M.R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H.M., Küçük, F., Kutrup, B., & Hamalosoğlu, M. (2001). Türkiye'de Bulunan Sulak Alanların Ramsar Sözleşmesi Balık Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi Projesi, T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Kesin Rapor, 289.
- Nédélec, C. (1975). FAO Catalogue of small-scale fishing gear. Fishing News (Books) Ltd., Surrey, England, 191.
- Özbilgin, Y., Gökçe, G., Özbilgin, H., Çelik, O., Ünal, V., & Tokaç, A. (2009). Kuzeydoğu Akdeniz Balıkçılığının Yapısal Analizi. Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, BAP-SÜF AİT (YÖ) 2007-1, 146.
- Sarı, H.M., Balık, S., Aygen, C., Bilecenoğlu, M., Türe, G., Kızılkaya, Z., Kıraç, C.O., Metinkaya, C., Kiremitçi, A., & Kıraç, T. (1999a). Bafa Gölü biyo-ekolojik özelliklerinin sualtı limnolojisi açısından incelenmesi. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu Proje No 1997/SÜF/003, 49.
- Sarı, H.M., Balık, S., Bilecenoğlu, M., & Türe, G. (1999b). Recent change in the fish fauna of Lake Bafa, Aegean region of Turkey. *Zoology in the Middle East*, 18, 67-76.
- Sarı, H.M., & Bilecenoğlu, M. (2000). Sualtı Destekli Bir Eko-Biyolojik Çalışma Örneği; Bafa Projesi. 2. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı (5-6 Şubat 2000, İstanbul), 29-36.
- Selçuk, B. (1988). Bafa Gölü'nde balıkçılık ve dalyan sorunları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu, Lisans Tezi, İzmir, 34.
- Sürer, M.İ., Kuşat M. (2013). Eğirdir Gölü'nde monofilament ve multifilament sade uzatma ağlarının av ve ekonomik verimliliklerinin karşılaştırılması. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 17 (1). 43-48
- Şaşı, H., & Yabanlı, M. (2015). Bafa Gölü'nün Biyo-Çeşitliliği ve Çevresel Sorunları (Muammer Tuna, Ed., Bafa Gölü Havzasında Toplum Destekli Ekoturizm Faaliyetlerinin Belirlenmesi, s. 96-132), Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA) TR32-14/DFD/0043 No'lu Proje, Muğla, 264 sayfa.
- Tosunoğlu, Z., Ünal, V., & Kaykaç, M.H. (2017). Ege Dalyanları. SÜR-KOOP Su Ürünleri Kooperatifleri Merkez Birliği Yayınları No. 03, ISBN: 978-605-60880-2-5 Ankara, 320.

Occurrence of Whale Shark in Nigerian Deep Water: Need for Further Survey

Chimezie EKEKE¹*, Afam ANENE²

¹ *Department of Plant Science and Biotechnology, Faculty of Sciences, University of Port Harcourt, P.M.B. 5323, Port Harcourt, Rivers State, Nigeria

² Department of Animal Science and Fisheries, Faculty of Agriculture, Abia State University, P.M.B. 2000, Uturu, Nigeria

*Corresponding Author: ekeke.uche@uniport.edu.ng, ekeke.uc@gmail.com

Research Article

Received 21 September 2020; Accepted 10 November 2020; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Ekeke, C., & Anene, A. (2021). Occurrence of Whale Shark in Nigerian deep water: Need for further survey. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 246-254. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.797899>

Abstract

Whale shark (*Rhincodon typus*) records were reported incidentally from offshore vessels in Nigerian deep waters in 2013 and 2016. The two records were observed directly by the authors and were identified from photographs. Visual observation showed that the size of the species sighted could be approximately 10 -15 m long. This present work, however, highlighted and confirmed the possible abundance of the whale shark in Nigerian deep water. Reports from the areas of sighting showed the presence and abundance of phytoplankton, zooplankton, and benthic organisms. These could have contributed to the presence and occurrence of this species within the areas where they are sighted. This report, however, confirms the occurrence of the whale shark in Nigerian deep water and the need for a concerted and dedicated survey to properly document the presence of this species in Nigeria and the adjoining countries.

Keywords: Nigeria, Phytoplankton, *Rhincodon typus*, Whale shark, Zooplankton

Nijerya'nın Derin Sularında Balina Köpekbalığı Varlığı: İleri Çalışmalar Yapılması İçin Öncü Bir Araştırma

Özet.

Balina köpekbalığı (*Rhincodon typus*) kayıtları tesadüfen 2013 ve 2016 yıllarında Nijerya'nın derin sularındaki açık deniz gemilerinden rapor edildi. İki kayıt doğrudan yazarlar tarafından gözlemlendi ve fotoğraflardan teşhis edildi. Görsel gözlem, görülen türlerin boyutunun yaklaşık 10-15 m uzunluğunda olabileceğini gösterdi. Bununla birlikte, bu mevcut çalışma, balina köpekbalığının Nijerya'nın derin sularındaki olası bolluğunu doğruladı. Görülme alanlarından gelen raporlar, fitoplankton, zooplankton ve bentik organizmaların varlığını ve bolluğunu gösterdi. Bu veriler, türün görüldükleri alanlarda bulunmasına ve ortaya çıkmasına katkıda bulunmuş olabilir.

Bununla birlikte bu rapor, Nijerya'nın derin sularında balina köpekbalığının varlığını ve bu türün Nijerya ve komşu ülkelerdeki varlığını doğru bir şekilde belgelemek için uyumlu ve özel bir araştırmaya duyulan ihtiyacı doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nijerya, Fitoplankton, *Rhincodon typus*, Balina köpekbalığı, Zooplankton

INTRODUCTION

Whale shark (*Rhincodon typus*) is one of the known Shark species which belongs to the family Rhincodontidae. It is characterized by large size, slow growth, late maturation and extended longevity, which probably limit recruitment and make it particularly susceptible to exploitation (Weir, 2010; Colman, 1997a). It is the world's largest fish, and a filter-feeding shark along with the basking shark (*Cetorhinus maximus*), and the Megamouth Shark (*Megachasma pelagios*). The whale shark is easily recognized based on its broad, flattened head, its largemouth, and its pattern of light spots and stripes on a dark background (Last & Stevens 1994). The ventral surface is typically whitish (Norman, 2000). The available records showed that the largest Whale Shark found to date measured 20 meters and weighed 34 tones (Chen *et al.*, 1997, in Chen & Phipps, 2002). Despite its immense size, the whale shark is harmless to humans. It has few defenses, although its ability to reach a very large size combined with a tough (thick) skin present on the dorsal surface can be used for protection (Norman, 1999).

R. typus is always sighted as a single individual or as an aggregation of about hundreds where food is abundant (Compagno, 1984; Colman, 1997; Norman, 1999; Compagno, 2001). Other environmental

factors such as sea surface temperature, current and primary productivity can influence the occurrence of whale shark (Colman, 1997; Wilson *et al.*, 2001; Sleeman *et al.*, 2007). This species of shark is found in varying warm temperate and tropical waters worldwide including coastal, neritic, and pelagic habitat such as 28-32°C (Eckert and Stewart, 2001), 18-30°C (Fowler, 2000), an average of 27°C (Norman, 1999) or cooler temperatures (Wolfson, 1986). However, Compagno (1984) suggested that this species prefers waters with temperatures between 21-25°C. Whale sharks are scarce, their geographical distribution and biology are poorly known and they are susceptible to worldwide exploitation ranging from incidental by-catch in fisheries to directed capture in some regions (Alava *et al.*, 1997; Colman, 1997; Compagno, 2001; Hanfee, 2001). Consequently, the whale shark is listed as 'Vulnerable' by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources and is on IUCN red list (IUCN, 2003 and 2007) and they are rapidly depleting in population (David, 2007). The decline in the population could be attributed to their being the target for fishermen due to the market for whale shark fins in some parts of the world (Alava, 2002; David, 2007; Weir, 2010).

The whale shark is a filter feeder (Compagno, 1984) and feeds on a wide variety of planktonic and nektonic prey, including small crustaceans, small schooling fishes such as sardines, anchovies, and mackerel, and occasionally on small tuna and squid (Compagno, 1984; Last and Stevens, 1994), swarms of the tropical krill *Pseudeuphausia latifrons* (Taylor, 1994; Norman, 1999), a surface slick of coral spawn (Norman, 1999), localized concentrations of mysids (*Anisomysis spinata*) and crab megalopa (*G. natalis*), calanoid and harpacticoid copepods, larval decapods and the scales of small fishes (Norman, 1999) and crustacean namely *P. latifrons* (Wilson and Newbound, 2001; McKinney *et al.*, 2012).

Off-shore Nigeria studies have shown that crustaceans are one of the most abundant and frequently occurring plankton in the area (SNEPCO, 2014; OML 118 (SNEPCO, 2008, 2011 and 2014), OML 132 (CNL, 2013), and OML 140 (CNL, 2012). These findings are supported by Omori and Ikeda (1984) reported the abundance of crustaceans in tropical marine waters of the Gulf of Guinea. Compagno (1984); Norman (1999), Wilson and Newbound (2001) and McKinney *et al.*, (2012) have reported that whale shark feeds on crustaceans.

In some parts of the world, the occurrence of whale shark is well-documented especially in Western Australia, the Indian Ocean, and the Sea of Cortez, where research has focused primarily on coastal areas where whale sharks aggregate seasonally in response to fish or invertebrate spawning events (Colman, 1997). However, their occurrence in oceanic waters worldwide remains poorly documented (Eckert and Stewart, 2001). Little is known about the occurrence of this species of shark in West African waters and Nigeria in particular (Weir, 2010). Though there is a report of 10 sightings of whale sharks in Angolan and Nigerian waters (with only one in Nigeria), Weir (2010) further stated that there was no photograph to authenticate the Nigerian report. The first sighting or record of a whale shark in Nigerian ocean waters was in January 2006 (Weir, 2010) thereafter, there is no other record of this species in Nigeria. Therefore this report brings to fore the two new sightings of whale sharks including preliminary physical-chemical, plankton, and benthos characteristics of the sea waters off Nigeria coast where this species is sighted.

MATERIALS and METHODS

Whale shark records were reported incidentally from offshore vessels in Nigerian waters in 2013 and 2016. The two records were observed directly by the authors and were identified from photographs and descriptions in Weir (2010). The records of the depth, physical-chemical, plankton, and benthic characteristics of the sea waters within the areas where the whale sharks were sighted were drawn from reports of some of the Environmental Impact Assessment (EIA) studies conducted within the area between 2007 and 2014.

RESULTS and DISCUSSION

Between April 14th 2013, and March 20th 2016, we observed the whale shark in Nigerian deep-water twice (Table 1). The photographs and visual observation showed that the size of the species sighted could be approximately 10 -15 m long (Figures 1 and 2). These species were sighted on either side of the old one (Figure 1). The only published record on the presence and occurrence of this species in Nigerian deep-water is that of Weir (2010). In the author's report, she noted that the record from Nigeria was not backed-up with the picture. This present work, however, highlighted and

confirmed the possible abundance of whale sharks in Nigerian deep-waters based on the fact that between April 14th 2013, and March 20th 2016, we have seen this species twice during our surveys. It is worthy to note that these species are rarely seen within the area under review. In our two sightings, we saw a single individual that corroborates with the previous report that stated that the whale shark mainly occurs as a single individual (Colman, 1997; Compagno, 2001; Weir, 2010). In New Zealand, sighting of whale sharks mainly occurred between November and April and mostly (89.6%) from January to March with 55% reported in February (Duffy, 2002). Also, those whale sharks are the world's largest living fish and can grow to 18 meters, a weight of 34 tons, and may live for 100 years (Pierce and Norman, 2016).

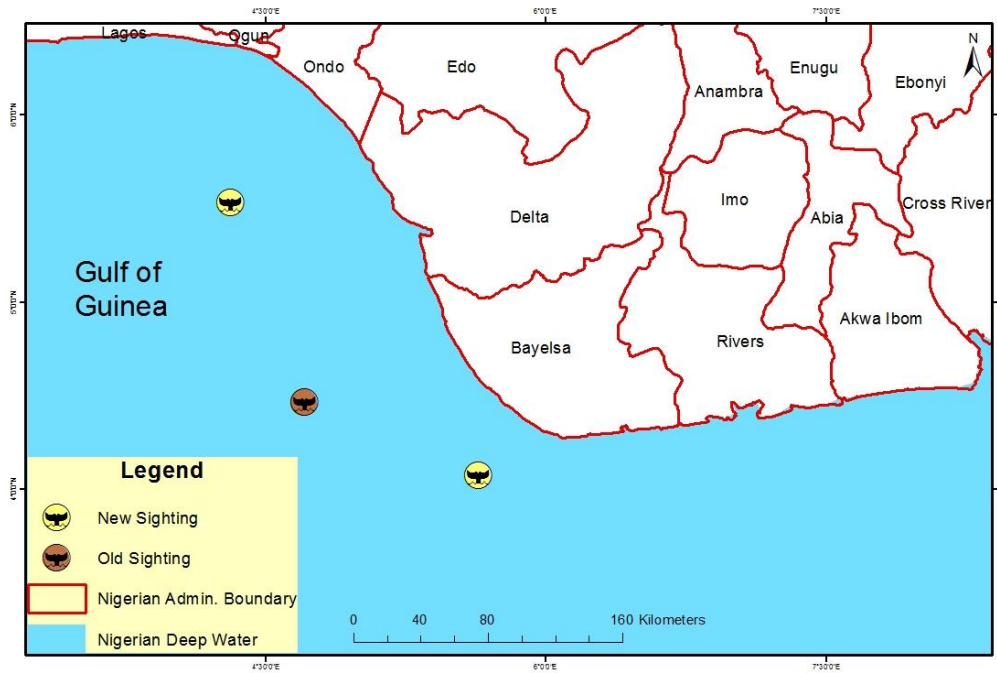


Figure 1. Location of old and new sightings of whale shark (*Rhincodon typus*) in Nigerian deep water

Published EIA reports from the areas of sighting showed the presence and abundance of phytoplankton, zooplankton, and benthic organisms (Tables 2). These could have contributed to the presence and occurrence of this species within the areas where they were sighted. This is evident in the fact that the whale shark feeds and breeds in areas with an abundance of plankton organisms (Compagno, 1984; Last and Stevens, 1994; Taylor, 1994; Norman, 1999; Wilson and Newbound, 2001; McKinney *et al.*, 2012).

Table 1. Record of whale shark (*Rhincodon typus*) sighting off the Nigerian coast

S/N	Platform	Coordinate	Date	Group size	Estimated size (m)	Source	The estimated distance from the previous sighting
1	Bonga FPSO	04° 33.75'N; 4° 37.47'E	13/01/2006	1	15	Weir (2010)	-
2	MV Orient	5° 33' 10.27''N 4° 18' 26.59''E	14/04/2013	1	12-14	New sighting	112 km
3	RV Brone Explorer	5° 37' 47.11''N 4° 5' 8.35''E	20/03/2016	1	15	New sighting	102 km

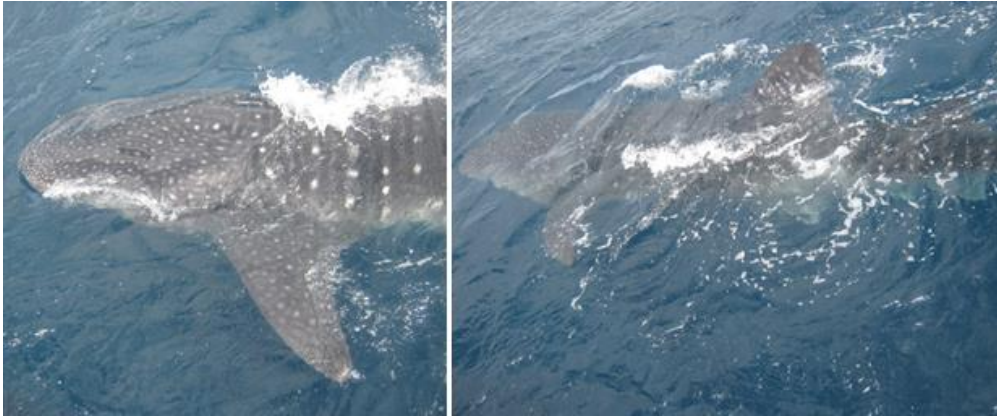


Figure 2. Whale shark (*Rhincodon typus*) observed off Nigerian coast onboard MV Orient on April 14th 2013 (Photograph: Dr. Ekeke, Chimezie)

Some physicochemical characteristics of the seawater (Table 1) such as pH, temperature, and dissolved oxygen (DO) varied from 7.04 – 8.75, 27.00 – 32.80°C, and 3.06 – 10.00 mg/l respectively within the area (Table 1). Also, the characteristics of the water body in the area are typical of that which supports the breeding of this species (Eckert and Stewart, 2001; Onyema and Bako, 2015). This temperature range reported in this survey corresponds to those in which the survival and striving of whale shark 28-32°C (Eckert and Stewart, 2001), 18-30°C (Fowler, 2000), an average of 27°C (Norman, 1999) 21-25°C (Compagno, 1984) and 15.1-35°C (Hector *et al.*, 2018). This, however, suggests that there is a high possibility that Nigerian deep water may harbor this species and the need for a further and comprehensive study to establish this fact since their distribution is also believed to be linked to specific environmental conditions, such as narrow temperature ranges and areas of upwelling (Colman 1997, Sequeira *et al.* 2014, Hoffmayer *et al.* 2005). This species is thought to prefer surface sea-water temperatures between 21 - 25°C. Sightings at Ningaloo Marine Park, however, are most common in water temperatures around 27°C (McKinney *et al.*, 2012). Bacillariophyta (diatoms) with a relative abundance of 44-87% were the dominant phytoplankton division that also includes cyanophyta, chlorophyta, euglenophyta and dinophyta. Copepods contributed 32-6% of the zooplanktonic fauna. The characteristics of ocean waters concerning biological and physicochemical) across deep offshore Nigeria are in accordance with literature reports (Puyate and Rim-Rukeh 2008, Oketoki 2015, Onyema and Bako 2015).

The whale sharks were sighted within Nigerian deep water in dry seasons (January and March) and the beginning of the wet season (April). Also, the sighting at Bonga in January 2016 i.e. dry season (Weir, 2010) corresponds to when the abundance of planktons and pelagic species are high and could account for the presence of this species (Compagno, 1984; Colman, 1997; Norman, 1999; Compagno, 2001). The presence of this species in Nigerian waters is also supported by the earlier stated physicochemical characteristics and the fact that the study area is a comfortable feeding and foraging grounds for this species of fish (Compagno, (1984); Omori and Ikeda, 1984; Norman, 1999; Wilson and Newbound, 2001; and McKinney *et al.*, 2012).

The new sightings were on northward southern axis of the old sighting at approximately 112 km and 102 km suggesting that the whale shark may have traveled to these areas in search of food. Whale sharks travel long distances and the timing of their movements is typically associated with localized blooms of planktonic organisms and water temperature changes (Compagno, 2001; John *et al.*, 2013). Works have shown that this species of whale can travel as far as 7,772 km (with an average minimum of 48.1 to 51.81 km/day) (John *et al.*, 2013), 20,000 km in 841 days (Hector *et al.*, 2018) and, 4,567 and 8,025 km with an overall mean travel rate of 24.7 km/day (Eckert *et al.*, 2002) in search of food and that their movements may correspond to the presence of zooplankton assemblages and fish populations that are known to accumulate near these features (Balch and Byrne 1994). This is evident

to the fact that the area has a high abundance of phytoplankton $5.56 \times 10^5 - 3.28 \times 10^6$ organisms/litre of seawater and zooplankton $7.8 \times 10^3 - 4.34 \times 10^4$ organisms/litre of seawater (Table 2).



Figure 3. Whale shark (*Rhincodon typus*) observed off Nigerian coast onboard RV Brone Explorer on March 20, 2016 (Photograph: Dr. Ekeke, Chimezie)

It is worthy to note that this species of whale sharks are currently listed as an ‘endangered/threatened species by the International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (Pierce and Norman, 2016) and included in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES; www.cites.org). These listings are based on their susceptibility to fisheries collapse and slow recovery due to their k-selected life-history characteristics (Stevens 2007).

CONCLUSION

This report, however, confirms the occurrence of whale sharks in Nigerian deep water and the need for a concerted and dedicated survey to properly document the presence of this species in Nigeria and the adjoining countries.

Table 2. Some characteristics of seawater of the Nigerian coast

Project	Coordinate	Water depth (m)	Dominant phytoplankton	Dominant zooplankton	pH range	Temperature range (°C)	Dissolved oxygen (mg/l)	No. of phytoplankton per litre	No. of zooplankton per litre
SNEPCo (2015)	4°33'N; 4°36'E	1000- 1300	Bacillariophyta (Diatoms)	Crustaceans/not stated	8.30 (mean)	26.50 (mean)	6.93 (mean)		
OPL 222 (2009/2007)	-	750 – 800	Bacillariophyta (Diatoms) 44%	Copepods 32-40%	7.10-7.24	20.20-27.1	3.83-4.95	5.56×10 ⁵ – 3.28×10 ⁶	7.8×10 ³ – 4.34×10 ⁴
TEPNG (2010)	-	35-42	Bacillariophyta (Diatoms) 76.21%	Arthropods 83.42%	7.45–8.23	20.02–23.86		not stated	not stated
SNEPCo (2014b)	4°26'51.739"N; 4°39'14.462"E	1160- 1340	Bacillariophyta (Diatoms) 87%	Crustaceans/68.7%	7.04–8.48	27.80-32.80	3.06-5.04	not stated	not stated
CNL (2013)	4° 25' 9.263"N; 4° 35' 25.208"E	700- 1500	Bacillariophyta (Diatoms) 77%	Crustaceans/62%	6.87–8.30	28.12-29.30	5.81–10.0	not stated	not stated
CNL (2012)	4.480813N; 4.594725E	1250- 2300	Bacillariophyta (Diatoms) 75%	Crustaceans/50%	8.05–8.81	27.1–30.03	4.86–6.20	not stated	not stated
SNEPCo (2011)	4° 38' 38.462''N; 40 34' 40.498''E	-	Bacillariophyta (Diatoms)	Crustaceans	7.40–7.80	29.00-31.80	5.60–7.40	not stated	not stated
Usan OML 138 EIA, 2009	005° 54' 32.6''N; 03° 53' 56.28''E	730- 850 m	Bacillariophyta (Diatoms)	Copepods	7.10-8.30	8.40-29.10	1.93-8.55	not stated	not stated
SNEPCo (2014b)	--	900- 1500	Bacillariophyta (Diatoms) 47.46%	Crustaceans 60.30%	8.24-8.34	25.90-28.30	9.15- 10.10	not stated	not stated

CNL = Chevron Nigeria Limited, OML = Oil Mineral License, EIA = Environmental Impact Assessment, SNEPCo = Shell Nigeria Exploration and Production Company Limited, TEPNG = Total Exploration and Production Nigeria Limited, OPL = Oil Prospecting License

REFERENCES

- Alava, M.N.R., Yaptinchay, A.A., Acogido, G., Dolar, M.L.L., Wood, C.J., & Leatherwood, S. (1997). Fishery and trade of whale shark (*Rhincodon typus*) in the Philippines. *Paper presented during the 13th American Elasmobranch Society (AES) Annual Meeting, Seattle, WA, USA, 26th June –2 July 1997.*
- Alava, M. (2002). *Conservation and Management of Whale Sharks in the Philippines*. In: Shark Conference 2002: Sustainable Utilization and Conservation of Sharks, Taipei, Taiwan, May 13-16.
- Cárdenas-Palomo, N., Herrera-Silveira, J., Velázquez-Abunader, I., Reyes, O. & Ordoñez, U. (2015). Distribution and feeding habitat characterization of whale sharks *Rhincodon typus* in a protected area in the north Caribbean Sea. *Journal of Fish Biology*, 86, 668–686 doi:10.1111/jfb.12589.
- Chen, V.Y., & Phipps, M.J. (2002). Management and Trade of Whale Shark in Taiwan. A Traffic East Asia Report. Traffic East Asia-Taipei. Colman, J.G. (1997a). A review of the biology and ecology of the Whale Shark. *Journal of Fish Biology*, 51, 1219-1234.
- Chevron Nigeria Limited (CNL) (2009). Total Exploration & Production Nigeria Limited Usan Deepwater Development Project (OML 138) Environmental Impact Assessment 2009. (Final Report) Usan in OPL 222.
- Chevron Nigeria Limited (CNL) (2012). OML 140 Environmental Baseline Study (EBS) for Nsiko field in OML 140 final report. Chevron Nigeria Limited.
- Chevron Nigeria Limited (CNL) (2013). Environmental Baseline Study (EBS) OF Aparo field (in OML 132), Chevron Nigeria Limited, 2, Chevron drive, Lekki Peninsula, Lagos.
- Clark, E., & Nelson D.R (1997). Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Environ Biol Fish* 50:63–73.
- Colman, J.G. (1997a). A review of the biology and ecology of the whale shark. *Journal of Fish Biology* 51, 1219 – 1234.
- Colman, J.G. (1997b). *Whale Shark Interaction Management, with particular reference to Ningaloo Marine Park 1997-2007*. Western Australian Department of Conservation and Land Management. W.A.
- Compagno, L.J.V. (2001). *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, Rome, No.1, Volume 2, 269 pp.
- Compagno, L.J.V. (1984). *FAO Species Catalogue. Vol. 4 Sharks of the World*. United Nations Development Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Davis, D., Banks, S., Birtles, A., Valentine, P., & Cuthill, M. (1997). Whale Sharks in Ningaloo Marine Park: managing tourism in an Australian marine protected area. *Tourism Management*, 18(5), 259-271.
- Duffy, C.A.J. (2002). Distribution, seasonality, lengths, and feeding behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) observed in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 36, 565-570.
- Eckert, S.A., & Stewart, B.S. (2001). Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. *Environmental Biology of Fishes*, 60, 299– 308.
- Fowler, S. (2000). *Whale Shark (Rhincodon typus) Policy and Research Scoping Study*. WWF, Wild Aid and the Shark Trust Nature Conservation Bureau, UK.
- Hanfee, F. (2001). *Trade in whale shark and its products in the coastal state of Gujarat, India*. New Delhi: TRAFFIC India and WWF-India, 38 pp.
- Hardman-Mountford, N.J., Richardson, A.J., Agenbag, J.J., Hagen, E., Nykjaer, L., Shillington, F.A., & Villacastin, C. (2003). Ocean climate of the South East Atlantic observed from satellite data and wind models. *Progress in Oceanography*, 59, 181– 221.
- Hector, M.G., Catalina, G.G., Alex, H., & Scott, A.E. (2018). Longest recorded trans-Pacific migration of a whale shark (*Rhincodon typus*). Guzman *et al. Marine Biodiversity Records*, 11(8) <https://doi.org/10.1186/s41200-018-0143-4>.
- Hueter, R.E., Tyminski, J.P., & de la Parra, R. (2013). Correction: Horizontal Movements, Migration Patterns, and Population Structure of Whale Sharks in the Gulf of Mexico and Northwestern Caribbean Sea. *PLOS ONE*, 8(11), <https://doi.org/10.1371/annotation/491b9b6c-7f77-4fb0-b336-572078aec830> View correction. 7 Nov 2013.
- <http://www.redlist.org/search/details.php?species=19488>. IUCN (2003). Red List of Threatened Species.
- IUCN (2007) 2007 IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. Accessed 26 December 2008.
- Last, P.R., & Stevens, J.D. (1994). *Sharks and Rays of Australia*. CSIRO. Australia. Martin, R. Aidan. 2004. Hearing and Vibration Detection. World Wide Web Publication, http://www.elasmobranch-research.org/education/white_shark/hearing.htm *.
- McKinney, J.A. Hoffmayer, E.R., Wu, W. Fulford, R., & Hendon J. M. (2012). Feeding habitat of the whale shark *Rhincodon typus* in the northern Gulf of Mexico determined using species distribution modeling. *Marine Ecology Progress Series*, 458, 199–211.

- Norman, B.M. (1999) *Aspects of the biology and ecotourism industry of the whale shark Rhincodon typus in north-western Australia*. MPhil thesis. Murdoch University, Western Australia.
- Norman, B.M. (2000). In: 2000 IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. Xviii+61 pp. (Book & CD). Norman, B. 2002. CITES Identification Manual: Whale Shark (*Rhincodon typus* Smith 1829). Commonwealth of Australia. 17.
- Oketoki, T.O. (2015). Survey on Phytoplankton Biomass and Water Parameters in the Habitats of Invasive Tigers Shrimps (*Penaeus Monodon*) in Nigeria. *Fisheries and Aquaculture Journal*, 6(4).
- Omori, M., & Ikeda, T. (1984). *Methods in Zooplankton Ecology*, John Wiley and Sons, Inc., 332 pp.
- Onyema, I.C., & Bako, P.T. (2015): Hydro-environmental factors and phytoplankton of the Atlantic Ocean, off the Light House Beach, Lagos, Nigeria. *Journal of Aquatic Sciences*, 30(1).
- Pierce, S.J., & Norman, B. (2016). *Rhincodon typus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T19488A2365291. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T19488A2365291.en>. Downloaded on 10 February 2020.
- Puyate, Y.T., & Rim-Rukeh, A. (2008): Variability with depth of some physico-chemical and biological parameters of Atlantic Ocean water in part of the coastal area of Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 12(1), 87 – 91.
- Sampaio, C.L.S., Leite, L., & Reis-Filho, J.A. (2018). New insights into whale shark *Rhincodon typus* diet in Brazil: an observation of ram filter-feeding on crab larvae and analysis of stomach contents from the first stranding in Bahia state. *Environ Biol Fish*, 101, 1285–1293. <https://doi.org/10.1007/s10641-018-0775-6>.
- Sequeira, A.M., Mellin, C., Fordham, D.A., Meekan, M.G., & Bradshaw, C.J. (2014). Predicting current and future global distributions of whale sharks. *Glob Change Biol.*, 20, 778–89.
- Sequeira, A.M.M., Mellin, C., Meekan, M.G., Sims D.W., & Bradshaw C.J.A. (2013). Inferred global connectivity of whale shark *Rhincodon typus* populations. *J Fish Biol.*, 82, 367–89.
- Sleeman J.C., Meekan M.G., Wilson S.G., Jenner C.K., Jenner M.N., Boggs G.S., Steinberg C.C., & Bradshaw C.J. (2007). Biophysical correlates of relative abundances of marine megafauna at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, 58, 608– 623.
- Shell Nigeria Exploration and Production Company Limited (SNEPCo) (2003). Environmental Baseline Survey of OML 118 (Bonga Field and Gas Export Pipeline Route. Draft Report, 2003.
- Shell Nigeria Exploration and Production Company Limited (SNEPCo) (2014). Environmental Evaluation (EE) Based Environmental Impact Assessment (EIA) of Bonga Field Northwest (BNW) Extension Project.
- Shell Nigeria Exploration and Production Company Limited SNEPCo (2014a). Environmental Evaluation Based Impact Assessment (EER-Based EIA) for Bonga South-West Aparo (BSWA) Field Development Project. Shell Nigeria Exploration and Production Company (SNEPCo) 21/22 Marina, Lagos.
- Shell Nigeria Exploration and Production Company Limited SNEPCo (2015). Environmental Evaluation/ Biological Monitoring Studies of Bonga Main Field (OML – 118).
- Stevens J.D. (2007) Whale shark (*Rhincodon typus*) biology and ecology: a review of the primary literature. *Fisheries Research*, 84, 4–9.
- Total Exploration and Production Nigeria Limited (TEPNG) (2010). OML-102 Block-wide Environmental Baseline Studies (EBS) (First Draft Report) APRIL, 2010
- Taylor, J.G. (1996). Seasonal Occurrence, Distribution and Movements of the Whale Shark, *Rhincodon typus*, at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*. 47, 637-642.
- Taylor, J.G., Compagno, L.J.V. & Struhsaker, P.J. (1983). Megamouth, a new species, genus and family of lamnid shark (*Megachasma pelagios*, family Megachasmidae) from the Hawaiian Islands. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 43, 87-110.
- Weir, C.R. (2010). Sightings of whale sharks (*Rhincodon typus*) off Angola and Nigeria. Marine Biodiversity Records, Marine Biological Association of the United Kingdom.
- Wilson S.G., Taylor J.G., & Pearce A.F. (2001). The seasonal aggregation of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia: currents, migrations and El Niño/Southern Oscillation. *Environmental Biology of Fishes*, 61, 1–11.
- Wilson, S.G., & Newbound, D.R. (2001). Two Whale Shark Faecal samples from Ningaloo Reef, Western Australia. *Bulletin of Marine Science*, 68 (2).
- Wilson, S.G., Taylor, J.G., & Pearce, A.F. (2001). The seasonal aggregation of Whale Sharks at Ningaloo Reef, Western Australia: currents, migrations and the El Niño/Southern Oscillation. *Environmental Biology of Fishes* 61. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp1-11
- Wolfson, A., Van Blaricom, G., Davis, N., & Lewbel, G.S. (1979). The marine life of an offshore oil platform. *Marine Ecology Progress Series*, 1, 81–8.
- Wolfson, F.H. (1983). Records of seven juveniles of the whale shark *Rhincodon typus*. *Journal of Fish Biology*, 22, 647– 655.

Wolfson, F.H. (1986). Occurrences of the whale shark, *Rhincodon typus*, Smith. In *Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes* (Uyeno, T., Arai, R., Taniuchi, T. & Matsuura, K., eds), pp. 208–226. Tokyo: Ichthyological Society of Japan.

Effects of Plant Extracts on the Quality of Sous Vide Meagre (*Argyrosomus regius*) FilletsBurcu BOZOVA^{1*}, Levent İZCI²¹ Republic Of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Fisheries Research Institute Egirdir, Isparta, Turkey² University of Isparta Applied Sciences, Egirdir Fisheries Faculty, Isparta, Turkey*Corresponding Author: bozovab@gmail.com**Research Article**

Received 22 September 2020; Accepted 15 March 2021; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Bozova, B., & İzci, L. (2021). Effects of plant extracts on the quality of sous Vide Meagre (*Argyrosomus regius*) fillets. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 255-266. <https://doi.org/10.22392/actaqua.798584>**Abstract**

This study aimed to determine the changes in the quality of sous vide meagre (*Argyrosomus regius*) fillets that have been treated with oregano and rosemary extracts during the cold storage (4±1 °C). Saturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, and polyunsaturated fatty acids dominant in meagre fish were found to be palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid, respectively. pH values fluctuated during storage in sous vide samples. It was determined that total volatile basic nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA) and trimethylamine nitrogen (TMA-N) values did not exceed the limit values during the storage period in the Control SV, Rosemary SV, and Oregano SV groups. The total number of mesophilic aerobic bacteria (TMAB) and total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB) on the 42nd day did not exceed the limit values in the Control SV, Rosemary SV, and Oregano SV groups. During the cold storage, lactic acid bacteria, yeast, and mold were not detected in sous-vide cooked groups. It has been determined that rosemary and oregano extracts improve the sensory quality of the product in taste and smell.

Keywords: Meagre, *Argyrosomus regius*, plant extract, sous vide, quality properties**Bitki özütlelerinin Sous Vide Uygulamasında Sarıağz Balığı (*Argyrosomus regius*) Filetolarının Kalite Özelliklerine Etkisi****Özet**

Bu çalışmada, sarıağz balığı (*Argyrosomus regius*) filetolarının biberiye ve kekik özütleleri ile muamele edilerek sous vide teknolojisinin uygulanması, soğuk muhafaza (4±1 °C) sürecindeki bazı kalite özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitlerinin içinde baskın yağ asitlerinin sırasıyla palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit olduğu tespit edilmiştir. Sous vide uygulanmış örneklerde pH değerleri muhafaza süresince dalgalı bir seyir izlemiştir. Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), tiyobarbitürik asit (TBA) ve trimetilamin azot (TMA-N) değerlerinin, sous vide uygulanan Kontrol SV, Biberiye SV ve Kekik SV gruplarında muhafaza süresince limit değerleri aşmadığı saptanmıştır. Kontrol SV, Biberiye SV ve Kekik SV gruplarında 42. gün toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı ve toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısı limit değerlerini aşmamıştır. Depolama süresince sous vide uygulanan gruplarda laktik asit bakterileri, maya ve küf tespit edilmemiştir. Biberiye ve kekik özütlelerinin tat ve koku açısından ürünün duyu kalitesini geliştirdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sarıağz, *Argyrosomus regius*, bitkisel özüt, sous vide, kalite özellikleri**INTRODUCTION**

Fish is an important food source for human health. Average fish consumption per capita in Turkey decreased from 8.0 kg in 2000 to 6.3 kg in 2019 (BSGM, 2020). Fish consumption per capita in Turkey is far below the average fish consumed globally (FAO, 2020). Considering this situation, it is of great importance to encourage fish consumption. Fish meat, which is easy to chew and digest, is a good nutrient that can be easily consumed by all society segments (Öksüz et al., 2017). Fish should be delivered to consumers not only in the fishing area but also in every region. Fish meat is susceptible to spoilage due to poor connective tissue, high enzyme activity, pH value, and high water content (Ufuk and Sarımeahmetoğlu, 2016).

Meagre has attracted attention with its increasing production amount in our country and Europe in recent years (Bodur, 2018). Meagre has attractive features for the market with its good processing efficiency, low-fat content, excellent taste, and tight texture (Monfort, 2010).

In the last ten years, eating habits have changed, and accordingly, the ready-made food sector has also changed. The family structure has changed and the number of people living alone has increased. As the more educated conscious consumers of today's women, they turn to health-oriented and prepared foods in a short time (Monfort, 2010).

In recent years, the demand for fresh, high-quality, preservative-free foods that can be prepared in a short time has been increasing. Thus sous vide technology is frequently used in new food products with a long shelf life, pasteurized with minimal processing methods at lower temperatures, and stored in refrigerator conditions (Betts and Gaze, 1995). Sous vide cooking refers to a process in which vacuum-packed foods are immersed in a temperature-controlled water bath or cooked in a steam oven (BCCDC, 2016). Sous vide means "under vacuum" in French (Beauchemin, 1990). Unlike traditional cooking methods, in the sous vide method, food is cooked longer at lower temperatures (usually below 100 °C) (Schellekens, 1996).

Sous vide products can be served by heating in a hot water bath or microwave oven. This method is a useful method for preserving perishable foods such as fish and easy consumption (Mol and Özturan, 2009). Long shelf life sous vide products are increasingly being used in catering companies, restaurants, and homes (NSW, 2018). Since pasteurization only destroys vegetative cells, considering the spores' presence, the shelf life varies between 6-42 days (Schellekens, 1996). The reason why sous vide products are appreciated in terms of taste is that they have the closest aroma to fresh produce (Garcia-Linares et al., 2004). Applied low temperatures preserve the moisture, flavor, and colour of foods (BCCDC, 2016). A strict cold chain follow-up is required for sous vide products. The safety of sous vide products throughout the shelf life depends on the initial microbiological load of the raw material and the suitability of the cold storage conditions (Beauchemin, 1990).

With the increasing awareness of consumers, natural additives instead of synthetic chemical additives in the protection of foods have become popular (Holley and Patel, 2005). In terms of the modern food industry market, essential oils and bioactive compounds obtained from aromatic plants can be a good industrial raw material, especially for functional food production (Giacometti et al., 2018). Rosemary, a member of the Lamiaceae family, is the most studied herb. Rosemary extract was the first herb to be marketed as a natural antioxidant. Oregano, which belongs to the same family, is of interest to many researchers regarding its antioxidant potential (Lagouri and Boskou, 1996).

Fish is a popular raw material for sous vide (Garcia-Linares et al., 2004). Several studies have been conducted on the shelf life and sensory properties of sous vide fish products (Gonzalez-Fandos et al. 2004; Garcia-Linares et al., 2004; Gonzalez-Fandos et al., 2005; Diaz et al., 2009; Mol et al., 2012; Çetinkaya 2013; Ibarra et al., 2013; Espinosa et al. 2015; Doğruyol and Mol, 2016; Altıkaya 2016; Kato et al., 2017; İnanlı and Yaz, 2020).

This study aimed to apply sous vide technology on meagre's fillets with different plant extracts and determine the chemical, microbiological, and sensory quality changes during the cold storage.

MATERIAL and METHODS

Sample preparation

The meagre, which were purchased from a local retailer, an average of 36.90±0.16 cm length and 488.04±6.33 g weight, were thoroughly washed with cooled water, then the head, viscera, and skin were removed and the skinless fillets were obtained.

Obtaining plant extracts and preparation of samples

According to Baydar (2013), El-Hanafy et al. (2011), and Bozkurt (2006), plant extracts were obtained with some modifications. Rosemary and oregano spices were infused at the rate of 5% (w/v, spice/distilled water) in 95±1 °C distilled water for 5 minutes. At the end of the time, the plant and liquid extract were separated. Skinless fillets at a ratio of 1:1 (w/v, fillet /extract) were immersed in 5% (w:v) chilled rosemary and oregano liquid extract in a refrigerator at 4±1 °C for 30 minutes. Fillets drained from liquid extract were vacuum-packed and cooked in a water bath at 85 °C for 36 minutes with the sous vide method (Betts and Gaze, 1995). Sample groups consisted of Raw fish (fish fillet), Control SV (Sous vide), Rosemary SV (Rosemary extract-treated fish fillet with sous vide), and Oregano SV (Oregano extract-treated fish fillet with sous vide) groups.

Chemical analysis

Moisture analysis (Kern DBS Moisture Analyzer), crude protein (AOAC, 2000), crude fat (Bligh and Dyer, 1959), and crude ash (Ash Furnace Core TS 500) analysis (AOAC, 2002a) were made.

Fatty acid composition analysis was performed by the Innovative Technologies Application and Research Center (YETEM) in the Süleyman Demirel University (SDU). After crude fat extraction from the samples (Bligh and Dyer, 1959), the methylation process was carried out according to AOAC (2002b).

Also, pH (Varlık et al., 2007), thiobarbituric acid (TBA, mg MDA/kg) (Erkan and Özden, 2008; Erkan et al., 2009), total volatile basic nitrogen (TVB-N, mg/100g) (Nicholas, 2003), trimethylamine nitrogen (TMA-N, mg/100g) (Varlık et al., 2007; Schormüller, 1968) analyzes were made.

Microbiological analysis

10 g sample and 90 ml sterile peptone water homogenized with stomacher under aseptic conditions. Dilutions were made up to 10^{-6} and cultivation was made according to the pour plating method (Arslan et al., 1997; Harrigan and McCance, 1976). PCA was used for TMAB and TPAB. Plates were incubated for TMAB at 30 ± 1 °C for 72 hours (Varlık et al., 1993), and TPAB at 4 ± 1 °C for 15 days (Arslan et al., 1997). Lactic acid bacteria were determined using MRS agar incubated at 30 °C for 5 days (Genç et al., 2013). YGC agar plates were incubated at 30 °C for 3-5 days for yeast and mold (Amariei et al., 2016). Results are given in log cfu/g.

Sensory analysis

The hedonic scale reported by Altuğ and Elmacı (2005) and Çetinkaya (2013) was modified and used in the evaluation of sensory characteristics. Sous vide meagre samples were evaluated in terms of color, odor, appearance, texture, taste, and general evaluation. 8 panelists were asked to assess between 1 and 10. Samples scoring less than ≤ 4.0 were considered impaired before evaluating the sensory experiment samples heated in the microwave oven and served with plain crackers and water.

Statistical analysis

The data obtained in the study were subjected to variance analysis (one-way ANOVA) with the SPSS 18.0 statistical package program. The means of important variance sources were compared with the Duncan Multiple Comparison Test at $P=0.05$ confidence interval.

RESULTS and DISCUSSION

Chemical composition analysis has been made in all samples and is given in Table 1. It was determined that the samples' moisture value decreased significantly compared to raw fish ($P < 0.05$). While the protein values of the groups treated with oregano and rosemary extract were statistically similar, it was found to be significantly higher than the other groups ($P < 0.05$).

Table 1. Chemical composition of raw fish and sous vide samples *

(%)	Raw fish	Control SV	Rosemary SV	Oregano SV
Moisture	79.70±0.51 ^a	77.72±0.41 ^b	75.07±0.14 ^c	75.38±0.46 ^c
Crude fat	1.06±0.14 ^{bc}	1.31±0.02 ^{ab}	1.03±0.09 ^c	1.57±0.01 ^a
Crude protein	18.30±0.15 ^c	20.26±0.46 ^b	21.59±0.20 ^a	21.74±0.10 ^a
Crude ash	1.02±0.01 ^a	0.99±0.01 ^a	0.86±0.01 ^b	0.95±0.04 ^a

*There is a statistical difference between the means with different letters on the same line ($P < 0.05$)

The significant decrease in moisture value observed after sous vide is similar to the results of the studies conducted by Garcia-Linares et al. (2004), Gonzalez-Fandos et al. (2005), Mol et al. (2012), and Çetinkaya et al. (2015). The crude protein compared to the raw sample after sous vide is similar to Garcia-Linares et al. (2004), Mol et al. (2012), and Çetinkaya et al. (2015) studies and not similar to Ramos et al. (2016) study. Crude fat value increased significantly in the Oregano SV group after sous vide ($P < 0.05$), while it did not significantly change in the Control SV and Rosemary SV groups ($P > 0.05$). In general, with the crude ash results obtained in our study, Mol et al. (2012) and Çetinkaya (2013)'s results are similar.

According to the fatty acid composition analysis results, it was determined that 10 of these fatty acids were saturated (SFA), 6 were monounsaturated (MUFA) and 9 were polyunsaturated (PUFA). SFA, MUFA, and PUFA dominant in meagre fish were found to be palmitic acid, oleic acid, and linoleic acid, respectively. Σ SFA, Σ MUFA, Σ PUFA, Σ (DHA+EPA) and $\Sigma n3/\Sigma n6$ in raw fish were determined at 19.97±0.02%, 27.35±0.01%, 34.36±0.00%, 9.10±0.00 and 0.49±0.00, respectively.

In the sous vide samples were determined that palmitic acid (C16:0) between 12.68±0.01% and 17.33±0.02%, oleic acid (C18:1n-9c) between 20.07±0.01% and 28.26±0.01%, linoleic acid (C18:2n-

6c) between $15.28 \pm 0.00\%$ and $18.75 \pm 0.01\%$ during the storage. Changes in Σ SFA, Σ MUFA, and Σ PUFA values at the end of storage were found to be significant ($P < 0.05$) in all sous vide samples. The $\Sigma n3/\Sigma n6$ was determined as the lowest 0.45 ± 0.00 and the highest 0.84 ± 0.00 in sous vide sample groups during storage (Table 2). It was determined that the amount of eicosapentaenoic acid (C20:5n-3) (EPA) varied between $0.96 \pm 0.02\%$ and $1.62 \pm 0.01\%$ and docosahexaenoic acid (C22:6n-3) (DHA) varied between $5.17 \pm 0.00\%$ and $13.79 \pm 0.00\%$ during storage.

In our study, it was determined that the dominant SFA and MUFA are palmitic acid and oleic acid similar to the Grigorakis et al. (2011), Giogios et al. (2013), Martelli et al. (2013), Mesa et al. (2014), Saavedra et al. (2015), Bilgin et al. (2016) and Fountoulaki et al. (2017) studies. Similar to this study, Giogios et al. (2013), Saavedra et al. (2015), and Bilgin et al. (2016) studies, it was determined that C18:2n-6 and C22:6n-3 were the most prominent fatty acids among PUFA. Similar to our study, Çetinkaya (2013) found a significant change in PUFA at the end of storage in sous vide rainbow trout samples treated with rosemary and thyme.

Table 2. Fatty acid composition of the samples (%)^a

Group	Fatty Acids Day	ΣSFA	ΣMUFA	ΣPUFA	Σn3/Σn6	(DHA+EPA)
Control SV	0	20.82±0.01 ^c	31.40±0.02 ^c	32.37±0.00 ^f	0.59±0.00 ^b	9.55±0.00 ^d
	7	20.81±0.02 ^c	31.35±0.02 ^c	32.42±0.08 ^f	0.59±0.01 ^b	9.57±0.00 ^c
	14	20.44±0.01 ^f	30.84±0.02 ^f	39.18±0.02 ^a	0.84±0.00 ^a	15.23±0.01 ^a
	21	22.70±0.00 ^d	34.95±0.01 ^d	33.42±0.01 ^e	0.56±0.00 ^d	9.33±0.00 ^e
	28	24.77±0.00 ^a	35.05±0.03 ^c	34.44±0.01 ^b	0.58±0.00 ^c	10.05±0.01 ^b
	35	23.43±0.00 ^c	35.66±0.00 ^b	33.89±0.02 ^c	0.52±0.00 ^f	8.95±0.00 ^g
	42	23.49±0.00 ^b	36.25±0.02 ^a	33.58±0.02 ^d	0.54±0.00 ^e	9.09±0.00 ^f
Rosemary SV	0	20.78±0.01 ^f	28.68±0.02 ^f	35.87±0.02 ^b	0.49±0.00 ^e	9.40±0.01 ^c
	7	20.34±0.03 ^g	28.10±0.02 ^g	34.25±0.00 ^d	0.45±0.00 ^f	8.37±0.01 ^f
	14	23.75±0.04 ^d	35.81±0.01 ^c	32.98±0.03 ^f	0.51±0.00 ^d	8.56±0.01 ^e
	21	24.48±0.01 ^b	36.48±0.00 ^b	33.16±0.00 ^e	0.52±0.00 ^c	8.63±0.00 ^d
	28	24.34±0.02 ^c	34.82±0.01 ^e	34.58±0.03 ^c	0.57±0.00 ^b	10.03±0.03 ^b
	35	22.83±0.00 ^e	35.58±0.00 ^d	37.09±0.02 ^a	0.66±0.00 ^a	11.95±0.00 ^a
	42	27.56±0.02 ^a	36.90±0.03 ^a	27.81±0.02 ^g	0.45±0.00 ^f	6.13±0.01 ^g
Oregano SV	0	21.05±0.01 ^g	31.78±0.04 ^g	32.30±0.05 ^f	0.587±0.00 ^b	9.54±0.00 ^b
	7	21.18±0.01 ^f	34.73±0.02 ^e	34.30±0.04 ^c	0.540±0.00 ^d	9.43±0.01 ^c
	14	23.41±0.01 ^e	36.36±0.00 ^b	33.85±0.02 ^d	0.511±0.00 ^f	8.76±0.01 ^d
	21	24.47±0.04 ^c	36.69±0.04 ^a	32.75±0.00 ^e	0.507±0.00 ^g	8.38±0.01 ^e
	28	24.71±0.01 ^a	34.96±0.02 ^d	32.79±0.00 ^e	0.530±0.00 ^e	8.81±0.02 ^d
	35	23.98±0.01 ^d	35.55±0.00 ^c	34.74±0.02 ^a	0.579±0.00 ^c	10.16±0.00 ^a
	42	24.60±0.01 ^b	33.71±0.05 ^f	34.44±0.08 ^b	0.589±0.00 ^a	10.20±0.03 ^a

^aThe means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).

In the post-mortem period, pH rises with the decomposition of nitrogenous compounds depending on microbiological activity. pH change is also affected by the storage temperature and above 7.1 indicates deterioration (Hernandez et al., 2009). In the study, the pH value of raw fish was determined as 6.71±0.03. The Control SV's pH value, Rosemary SV and Oregano SV samples were measured as 6.87±0.02, 6.90±0.01, 6.96±0.01 on day 0, respectively. pH were fluctuated during storage in sous vide samples (Table 3, 4, 5). Bolat et al. (2019) applied sous vide technology (90 °C, 10 min) to sea bass, by adding laurel and curcuma. It has been reported that the pH value of sous vide samples to which laurel and curcuma were added during storage varied between 6.61-6.91 and 6.64-6.86, respectively.

Total volatile basic nitrogen (TVB-N) is one of the most commonly used methods for determining fish meat spoilage (Ruiz-Capillas and Moral, 2001). It is not preferred to have a TVB-N value above 20 mg N/100 g TVB-N for fish to be used in canned fish products and 30 mg N/100 g TVB-N for frozen tuna fish (Connell, 1995). TVB-N value in raw fish samples was initially determined as 14.54±0.22 mg/100g. It has been determined that TVB-N values did not exceed the limit value in the sous vide samples during storage. According to a study the use of rosemary extract alone or in combination with nisin reduces the TVB-N value by 14-38% during cold storage of raw *Trachinotus ovatus* fillets (Gao vd., 2014). Çetinkaya (2013) stated that the limit values were not exceeded in all rainbow trout sous vide samples during storage. It has been reported that in the sous vide group which thyme was applied, the change range in the TVB-N value was smaller and the product showed a more stable structure (Çetinkaya, 2013). Kenar et al. (2010) investigated the antimicrobial and antioxidant effects of rosemary and sage extracts, sardine fish were immersed in these extracts (4 min) and stored at 3°C by vacuum packaging. It has been stated that the application of rosemary and sage is effective on TVB-N value. In the sea bass sous vide study, it was stated that control sous vide, laurel and curcuma added sous vide samples were of good quality in terms of TVB-N values during storage and the limit values were not exceeded (Bolat et al., 2019). Similar results were obtained in our study.

According to these results, it can be said that sous vide processing, oregano and rosemary extract are effective in retarding the increase in TVB-N value (Table 3, 4, 5).

The amount of TMAO in fish muscle tissue varies according to the species, season and fishing location. TMA, formed by the bacterial breakdown of TMAO, a volatile compound, has a very characteristic "fishy" odour (Huss, 2007). It is stated that the TMA-N value should be between 1 mg N/100g and 8 mg N/100g in seafood suitable for consumption (Varlık et al., 1993). TMA-N value in raw fish is determined as 2.66 ± 0.01 mg/100 g. In Control SV, Rosemary SV and Oregano SV group samples, the TMA-N value, which was 2.57 ± 0.08 ; 2.63 ± 0.03 and 3.04 ± 0.07 mg/100 g on day 0, respectively, increased to 2.78 ± 0.02 , 2.90 ± 0.04 and 4.16 ± 0.03 mg/100 g values significantly on day 42 ($P<0.05$). Nieva-Echevarria et al. (2017) indicated that TMA can be used in a limited way as an indicator of freshness in cultured fish. Bolat et al. (2019) stated that the sea bass sous vide samples did not exceed the limit values in terms of TMA-N values during storage. Although TMA-N values fluctuate during storage in sous vide samples, they did not exceed the limit value in this study. Sous vide process is thought to be effective in the TMA-N value (Table 3, 4, 5).

Oxidative rancidity begins when oxygen forms hydroperoxide with unsaturated fatty acids, especially in fatty fish (Connell, 1995). The limit value consumed in TBA terms is specified as 8 mg MDA/kg (Özden ve Erkan, 2006; Ramos et al., 2016). TBA in raw fish samples was determined to be 0.52 ± 0.13 mg MDA/kg. TBA value fluctuated in all sous vide sample groups during storage. Due to the oxygen-free environment provided by vacuum packaging and the low fat content of meagre, high TBA values may not have been observed in sous vide samples. When the TBA values in the sous vide sample groups were examined, it was seen that the TBA values in the Rosemary SV and Oregano SV samples were lower than the Control SV values. Nissen et al. (2004), Sebranek et al. (2005), Tironi et al. (2010), Gao et al. (2014), Uçak et al. (2011) and Çetinkaya (2013) in studies found similar results. The application of rosemary and oregano extract in *the meagre sous vide process* can be said that retarding effect on TBA values. Also, It was determined that the limit value was not exceeded in all sous vide sample groups during storage (Table 3, 4, 5).

Table 3. Chemical and microbiological analysis results of the Control SV group

Day	pH	TVB-N, mg/100 g	TBA, mg MDA/kg	TMA-N, mg/100 g	TMAB log cfu/g	TPAB log cfu/g	LAB log cfu/g	Yeast- Mold log cfu/g
0	6.87 ± 0.02^{ab}	15.80 ± 0.61^b	0.25 ± 0.03^c	2.57 ± 0.08^c	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
7	6.89 ± 0.01^{ab}	17.56 ± 0.37^a	0.47 ± 0.06^b	3.20 ± 0.03^a	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
14	6.85 ± 0.01^b	17.82 ± 0.30^a	0.60 ± 0.01^{ab}	2.40 ± 0.01^{de}	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
21	6.85 ± 0.02^b	17.48 ± 0.22^a	0.47 ± 0.05^b	2.32 ± 0.07^e	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
28	6.79 ± 0.02^c	17.65 ± 0.14^a	0.66 ± 0.06^a	2.60 ± 0.06^c	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
35	6.88 ± 0.01^{ab}	15.97 ± 0.22^b	0.67 ± 0.03^a	2.49 ± 0.06^{cd}	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
42	6.91 ± 0.01^a	16.39 ± 0.14^b	0.71 ± 0.08^a	2.78 ± 0.02^b	2.76 ± 0.05	2.88 ± 0.02	<1.0	<1.0

*The means with different letters in the same column are significantly different ($P<0.05$).

Table 4. Chemical and microbiological analysis results of the Rosemary SV group

Day	pH	TVB-N, mg/100 g	TBA, mg MDA/kg	TMA-N, mg/100 g	TMAB log cfu/g	TPAB log cfu/g	LAB log cfu/g	Yeast- Mold log cfu/g
0	6.90±0.01 ^{bc}	14.62±0.15 ^{bc}	0.17±0.02 ^b	2.63±0.03 ^c	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
7	6.99±0.00 ^a	14.71±0.22 ^{bc}	0.28±0.02 ^{ab}	2.99±0.05 ^{ab}	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
14	6.92±0.01 ^b	15.88±0.39 ^a	0.18±0.03 ^b	2.56±0.09 ^c	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
21	6.86±0.01 ^c	15.38±0.14 ^{ab}	0.23±0.02 ^{ab}	2.18±0.01 ^d	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
28	6.88±0.02 ^{bc}	15.21±0.30 ^{ab}	0.18±0.02 ^b	3.20±0.12 ^a	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
35	6.91±0.02 ^b	14.20±0.30 ^c	0.18±0.03 ^b	2.74±0.13 ^{bc}	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
42	6.93±0.02 ^b	14.88±0.15 ^{bc}	0.38±0.18 ^a	2.90±0.04 ^b	5.69±0.03	5.11±0.03	<1.0	<1.0

*The means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).

Table 5. Chemical and microbiological analysis results of the Oregano SV group

Day	pH	TVB-N, mg/100 g	TBA, mg MDA/kg	TMA-N, mg/100 g	TMAB log cfu/g	TPAB log cfu/g	LAB log cfu/g	Yeast- Mold log cfu/g
0	6.96±0.01 ^a	14.87±0.39 ^{bcd}	0.20±0.01 ^{ab}	3.04±0.07 ^c	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
7	6.89±0.01 ^b	14.54±0.22 ^{cd}	0.24±0.05 ^{ab}	2.53±0.08 ^d	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
14	6.88±0.02 ^b	16.05±0.22 ^a	0.23±0.01 ^{ab}	3.43±0.09 ^b	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
21	6.84±0.01 ^c	15.30±0.22 ^{abc}	0.14±0.03 ^b	2.70±0.01 ^d	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
28	6.86±0.01 ^{bc}	15.63±0.29 ^{ab}	0.29±0.08 ^a	2.29±0.08 ^c	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
35	6.88±0.02 ^b	14.12±0.14 ^d	0.14±0.01 ^b	3.56±0.04 ^b	5.63±0.03 ^b	5.25±0.02 ^a	<1.0	<1.0
42	6.90±0.01 ^b	15.13±0.14 ^{bc}	0.18±0.01 ^{ab}	4.16±0.03 ^a	5.96±0.04 ^a	5.29±0.01 ^a	<1.0	<1.0

*The means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).

Microbiological evaluations are one of the important quality parameters used in seafood. The microbiological load is under the influence of many factors. The limit value for aerobic bacteria is accepted as 7 log cfu/g (ICMSF, 1986). The number of total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), total psychrophilic aerobic bacteria (TPAB), lactic acid bacteria, and yeast-mold in raw meagre fish is 6.29±0.13 log cfu/g, 6.43±0.00 log cfu/g, 4.16±0.01 log cfu/g, and 5.63±0.05 log cfu/g, respectively (Tablo 3, 4, 5). In vacuum-packed products, the proliferation of aerobic bacteria is prevented since there is no air in the package (Gülyavuz and Ünlüsayın, 1999). It has been observed that the heat treatment used in sous vide application is effective on TMAB, TPAB, lactic acid bacteria, yeast and mold. The sous vide method at different temperatures and times has been applied to the *O. mykiss* (Gonzalez-Fandos et al., 2004) and *S. salar* (Gonzalez-Fandos et al., 2005) and it has been stated that the applied heat treatment is effective on the bacteria. Altukaya (2016), applied sous vide technique at three different temperatures (60°C, 70°C, and 80°C) to the *Sander lucioperca*, and stated that the TMAB value in the fresh sample decreased with the application of sous vide process. Kenar et al. (2010), in a study on the antimicrobial and antioxidant effects of rosemary and sage extracts, it was found that the total number of bacteria increased in all groups in vacuum packed sardine fillets stored at 3 °C, but the increase in the control group developed faster. Hać-Szymańczuk et al. (2011) found that dried rosemary increased the number of mesophilic aerobic bacteria depending on the initial load. Bolat et al. (2019), at the end of storage (59 day) of control, laurel and curcuma sous vide, determined for TMAB count 2.85±0.53 log cfu/g, 6.30±0.32 log cfu/g and 6.01±0.02 log cfu/g, for TPAB count 4.00±2.32 log cfu/g, 6.12±0.42 log cfu/g and 5.75±0.30 log cfu/g, respectively. In the Control SV, Rosemary SV and Oregano SV samples, the number of total mesophilic aerobic bacteria and total psychrophilic aerobic bacteria on the 42nd day did not exceed the limit values. Lactic acid bacteria and yeast-mold were not detected in all sous vide groups during storage.

Sensory evaluation is one of the most important analyzes used to determine whether a product is suitable for consumption. Sensory analyzes to be made beforehand are important. Because the final product is evaluated by consumers according to its sensory quality (Huss, 2007). Sensory features contribute greatly to the acceptance of sous vide products. Sous vide products have the flavour closest to fresh produce (Garcia-Linares et al., 2004). Considering all the sensory parameters, it was

determined that the panelists initially liked the Rosemary SV and Oregano SV samples more than the Control SV samples (Table 6). In this study, similar to the studies conducted by Kenar et al. (2010) and Amariei et al. (2016), the samples that applied plant extract were generally appreciated in terms of odour. Similar to the Nissen et al. (2004), Kenar et al. (2010), and Çetinkaya (2013) studies, it was determined that the plant extract application improved the taste values.

Table 6. Sensory evaluation of Control SV, Rosemary SV and Oregano SV samples*

	Day	Control SV	Rosemary SV	Oregano SV
Colour	0	7.38±0.73 ^{ab}	8.25±0.70 ^a	8.50±0.63 ^a
	7	7.75±0.41 ^a	7.13±0.48 ^{ab}	7.63±0.68 ^{ab}
	14	6.38±0.32 ^{abc}	6.75±0.31 ^b	6.38±0.26 ^{bc}
	21	6.25±0.41 ^{bc}	6.88±0.23 ^{ab}	6.38±0.42 ^{bc}
	28	5.75±0.45 ^c	6.00±0.46 ^b	5.88±0.44 ^c
	35	5.50±0.46 ^c	6.13±0.55 ^b	5.88±0.52 ^c
	42	4.13±0.30 ^d	3.50±0.42 ^c	3.25±0.41 ^d
Odour	0	7.50±0.50 ^a	8.00±0.53 ^a	8.50±0.63 ^{ab}
	7	5.88±0.69 ^b	7.13±0.67 ^{ab}	8.88±0.48 ^a
	14	5.75±0.31 ^b	6.38±0.42 ^b	7.88±0.44 ^{ab}
	21	5.63±0.42 ^b	6.63±0.18 ^{ab}	7.38±0.32 ^{ab}
	28	5.00±0.38 ^{bc}	6.50±0.42 ^b	7.50±0.33 ^{ab}
	35	3.75±0.70 ^{cd}	6.25±0.25 ^b	7.13±0.35 ^b
	42	2.38±0.38 ^d	3.88±0.55 ^c	4.88±0.67 ^c
Appearance	0	7.50±0.73 ^a	8.38±0.53 ^a	8.38±0.60 ^a
	7	7.63±0.42 ^a	7.38±0.46 ^{ab}	8.00±0.63 ^{ab}
	14	6.25±0.31 ^{ab}	6.88±0.35 ^b	6.25±0.45 ^c
	21	6.25±0.45 ^{ab}	6.50±0.42 ^b	6.88±0.48 ^{bc}
	28	5.88±0.48 ^b	6.63±0.18 ^b	6.50±0.19 ^c
	35	5.63±0.42 ^b	6.50±0.46 ^b	6.63±0.42 ^{bc}
	42	4.13±0.30 ^c	3.38±0.42 ^c	3.63±0.46 ^d
Texture	0	8.50±0.50 ^a	8.75±0.37 ^a	9.00±0.38 ^a
	7	6.50±0.46 ^b	7.88±0.64 ^{ab}	8.63±0.38 ^a
	14	5.75±0.49 ^b	7.00±0.27 ^{bc}	7.00±0.42 ^b
	21	6.00±0.42 ^b	7.25±0.25 ^{bc}	7.00±0.38 ^b
	28	5.38±0.38 ^b	6.75±0.16 ^{bc}	6.88±0.35 ^b
	35	5.13±0.44 ^b	6.25±0.31 ^c	5.75±0.53 ^b
	42	2.63±0.50 ^c	3.38±0.42 ^d	3.88±0.52 ^c
Taste	0	7.50±0.50 ^a	8.88±0.44 ^a	8.50±0.50 ^a
	7	6.88±0.48 ^{ab}	8.13±0.52 ^{ab}	8.25±0.73 ^a
	14	5.63±0.89 ^{bc}	7.13±0.13 ^{bc}	7.88±0.44 ^{ab}
	21	6.00±0.42 ^{abc}	7.13±0.23 ^{bc}	7.25±0.31 ^{ab}
	28	5.75±0.45 ^{bc}	6.75±0.16 ^{cd}	7.50±0.46 ^{ab}
	35	5.00±0.46 ^c	5.88±0.35 ^d	6.25±0.62 ^b
	42	2.63±0.42 ^d	3.50±0.38 ^c	3.50±0.60 ^c
General Evaluation	0	7.75±0.45 ^a	8.63±0.56 ^a	8.75±0.53 ^a
	7	7.25±0.31 ^{ab}	7.88±0.44 ^{ab}	8.63±0.53 ^{ab}
	14	6.25±0.37 ^{bc}	6.75±0.31 ^c	7.00±0.38 ^c
	21	6.13±0.30 ^c	7.25±0.25 ^{bc}	7.38±0.32 ^{bc}
	28	5.38±0.32 ^c	7.00±0.00 ^{bc}	7.13±0.35 ^c
	35	5.13±0.48 ^c	6.50±0.27 ^c	6.50±0.46 ^c
	42	2.88±0.35 ^d	3.75±0.31 ^d	3.75±0.56 ^d

*The means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05)

CONCLUSIONS

Today, natural plant products that preserve the quality and enrich the sensory properties are used instead of synthetic additives in sous vide technology. In our country, where fresh fish consumption is at the forefront compared to processed products, it has been observed that the meagre fish can be evaluated with the sous vide processing method. Sous vide meagre fillet is thought to have an alternative processed product and also nutritional value in terms of the fatty acids it contains. This

study determined that pH, TVB-N, TMA-N and TBA values of sous vide sample groups did not exceed the deterioration limit values during cold storage. It was observed that the TVB-N and TBA values of the samples treated with oregano and rosemary extract were lower than the control sous vide group samples. Although the limit values for TMAB and TPAB are not exceeded and lactic acid bacteria, yeast and mold are not found at the end of the storage period in sous vide samples, pathogen microorganism control should be done for food safety. It can be said that panelists appreciated the sous vide meagre fillets. It has been determined that the extracts of oregano and rosemary, which are used as natural additives, also improve the sensory quality of the product.

Acknowledgments: This study was summarized from the Ph.D. Thesis, which was financially supported by the project number 5087-D1-17 of Süleyman Demirel University Scientific Research Projects Coordination Unit.

REFERENCES

- Altıkaya, Ş. E. (2016). *Farklı Sıcaklıklarda Sous Vide Uygulanmış Sudak Balığının (Sander lucioperca Linnaeus, 1758) Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. [in Turkish].
- Altuğ, T., & Elmacı, Y. (2005). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme (Sensory Evaluation in Foods)*. İzmir, Meta Basım Matbacılık Hizmetleri. 115 s. [in Turkish].
- Amariei, S., Poroch-Serişan, M., Gutt, G., Oroian, M., & Ciomei, E. (2016). Rosemary, thyme and oregano essential oils influence on physicochemical properties and microbiological stability of minced meat. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 6 (1), 670-676. <http://doi.org/doi:10.15414/jmbfs.2016.6.1.670-676>
- AOAC. (2000). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, USA. Official methods of analysis.
- AOAC. (2002a). Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists USA. Official methods of analysis.
- AOAC. (2002b) 996.06. Fat (total, saturated, and unsaturated) in foods. Hydrolytic extraction gas chromatographic method, Official Methods of Analysis of AOAC International. Official methods of analysis, USA.
- Arslan, A., Çelik, C., Ateş, G., Kök, A., & Kaya, A. (1997). Analysis of microbiological and chemical qualities of vacuumed and unvacuumed mirror carp (*Cyprinus carpio* L.) pastrami. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 21, 23-29.
- Baydar, H. (2013). *Tıbbi Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Medicine and Aromatic Plants Science and Technology)*. Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları. [in Turkish].
- BCCDC (BC Centre for Disease Control) (2016). Guidelines for Restaurant Sous Vide Cooking Safety in British Columbia. http://www.bccdc.ca/resource-gallery/Documents/Guidelines%20and%20Forms/Guidelines%20and%20Manuals/EH/FPS/Food/SVGuidelines_FinalforWeb.pdf (Last access date: 06.05.2018).
- Beauchemin, M. (1990). Sous-vide technology. *American Meat Science Association*, 43, 103-107. <https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1990/sous-vide-technology.pdf?sfvrsn=2>
- Betts, G.D., & Gaze, J.E. (1995). Growth and heat resistance of psychrotrophic *Clostridium botulinum* in relation to 'sous vide' products. *Food Control*, 6(1), 57-63.
- Bilgin, Ş., İzci, L., Günlü, A., Diken, G., & Genç, İ.Y. (2016). Effects of gutting process on the shelf life of cultured sarıağız balığı (*Argyrosomus regius* Asso, 1801) stored at 4 ± 1 °C. *Food Science and Technology, Campinas*, 36(2), 344-350.
- Bligh, E. G., & Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911-917.
- Bodur, T. (2018). Sarıağız (*Argyrosomus regius*, Asso 1801) balığının toprak havuzlarda ticari yetiştiriciliğinde bazı büyüme parametrelerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 14(3), 232-240. [in Turkish].
- Bolat, Y., Genç, İ.Y., Tunca, Y., Demirayak, M. (2019). Effect of laurel (*Laurus nobilis*) and curcuma (*Curcuma longa*) on microbiological, chemical and sensory quality in vacuum packed sous-vide european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) under chilled conditions. *Food Science and Technology, Campinas*, 39 (Suppl.1), 159-165.
- Bozkurt, H. (2006). Utilization of natural antioxidants: green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73(3), 442-450.

- BSGM (Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü) 2020. Su Ürünleri İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Veri%20v%20D%C3%B6k%C3%BCmanlar%C4%B1/Su-%C3%9Cr%C3%BCnleri-%C4%B0statistikleri.pdf> (Last Access date:10.02.2021). [in Turkish].
- Connell, J. J. (1995). *Control of fish quality* (4th ed.). London: Fishing New Books Limited. *Control of fish quality* (4th ed.). London: Fishing New Books Limited.
- Çetinkaya, S. (2013). *Vakum Paketli Pişirilen (Sous Vide) Gökkuşluğu Alabalığı (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792)'nin Soğuk Depolanması Sırasında Kalite Özelliklerine Doğal Antioksidanların Etkisi*. (Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). [in Turkish].
- Çetinkaya, S., Bilgin, Ş., Ertan, Ö.O., & Bilgin, F. (2015). Vakum paketli pişirme yöntemi (sous vide) ve gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'na uygulanması. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2):35-44. [in Turkish].
- Diaz, P., Nieto, G., Banon, S., & Garrido, M.D. (2009). Determination of shelf life of *sous vide* salmon (*Salmo salar*) based on sensory attributes. *Journal of Food Science*, 74 (8), 371-376.
- Doğruyol, H., & Mol, S. (2016). Effect of irradiation on shelflife and microbial quality of cold-stored sous-vide mackerel filets. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), 1-8.
- El-Hanafy, A.E.A., Shawky, H.A., & Ramadan, M.F. (2011). Preservation of *Oreochromis Niloticus* fish using frozen green tea extract: impact on biochemical, microbiological and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(5), 639-646.
- Erkan, N. & Özden, Ö. (2008). Quality assessment of whole and gutted Sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1549-1559.
- Erkan, N., Tosun, Ş.Y., Alakavuk, D.U. & Ulusoy, Ş. (2009). Keeping quality of different packaged salted atlantic bonito "Lakerda". *Journal of Food Biochemistry*, 33(5), 728-744.
- Espinosa, M.C., Díaz, P., Linares, M.B., Teruel, M.R., & Garrido, M.D.G. (2015). Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure. *Food Science and Technology*, 64(2), 657-662.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- Fountoulaki, Grigorakis, K., Kounna, C., Rigos, G., Papandroulakis, N., Diakogeorgakis, J., & Kokou, F. (2017). Growth performance and product quality of sarıgöz balığı (*Argyrosomus regius*) fed diets of different protein/lipid levels at industrial scale. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4), 685-694.
- Gao, M., Feng, L., Jiang, T., Zhu, J., Fu, L., Yuan, D., & Li, J. (2014). The use of rosemary extract in combination with nisin to extend the shelf life of pompano (*Trachinotus ovatus*) fillet during chilled storage. *Food Control*, 37, 1-8.
- Garcia-Linares, M.C., Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Fernández, M.C., & Garcia-Arias, M.T. (2004). Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish: influence of fat content. *Journal of Food Quality*, 27(5), 371-387.
- Genç, İ.Y., Esteves, E., Anibal, J., & Diler, A. (2013). Effects of chilled storage on quality of vacuum packed meagre filets. *Journal of Food Engineering*, 115(4), 486-494.
- Giacometti, J., Kovačević, D.B., Putnik, P., Gabrić, D., Bilušić, T., Krešić, G., Stulić, V., Barbae, F.J., Chemat, F., Barbosa-Cánovas, G., & Jambak, A.R. (2018). Extraction of bioactive compounds and essential oils from mediterranean herbs by conventional and green innovative techniques: A review. *Food Research International*, 113 (2018) 245-262.
- Giogios, I., Grigorakis, K., & Kalogeropoulos, N. (2013). Organoleptic and chemical quality of farmed sarıgöz balığı (*Argyrosomus regius*) as affected by size. *Food Chemistry*, 141(3), 3153-3159.
- Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M.C., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Arias, M.T., & Garcia-Fernandez, M.C. (2004). Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the Sous Vide Method. *Food Microbiology*, 21(2), 193-201.
- Gonzalez-Fandos, E., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Linares, M.C., Garcia-Arias, M.T., & Garcia-Fernandez, M.C. (2005). Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. *Food Control*, 16(1), 77-85.
- Grigorakis, K., Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Mittakos, I., & Nathanailides, C. (2011). Lipid quality and filleting yield of reared sarıgöz balığı (*Argyrosomus regius*). *International Journal of Food Science & Technology*, 46(4),711-716.
- Gülyavuz, H. & Ünlüsayın, M. (1999). *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Ders Kitabı, Sahin Matbaası. [in Turkish].
- Hać-Szymańczuk, E., Lipińska, E., & Stasiuk, M. (2011). The effect of rosemary preparations on the microbial quality and TBARS value of model pork batters. *Acta Sci Pol Technol Aliment*, 10(2), 165-174.
- Harrigan, W.F. & McCance, M.E. (1976). *Laboratory Methods in Food And Dairy Microbiology*. London

- Hernandez, M.D., López, M.B., Álvarez, A., Ferrandini, E., García, B.G. & Garrido, M.D. (2009). Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 114(1), 237–245.
- Holley, R.A., & Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22(4), 273–292.
- Huss, H.H. (2007). *Taze Balıkta Kalite ve Kalite Değişimleri*. Çeviri: Çelik M., Küçükgülmez A. Roma, FAO Balıkçılık Teknik Not: 348. 195 s. [in Turkish].
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods), (1986). Sampling plans for fish and shellfish. In: International Commission on Microbiological Specifications for Foods – ICMFS (Ed.), Microorganisms in foods. Sampling for microbiological analysis: principles and scientific applications (2nd ed., pp. 181-196). Toronto: University of Toronto Press.
- Ibarra, J.P., Teixeira, A., Simpson, R., Valencia, P., Pinto, M., & Almonasit, S. (2013). Addition of Fish protein hydrolysate for enhanced water retention in sous vide processing of salmon. *Journal of Food Process Technology*, 4(7), 1-7.
- İnanlı A.G., Yaz Y. (2020). Assessment of chemical, microbiological and sensory quality of Sous vide cooked *Luciobarbus esocinus* (Heckel, 1843) during chilled storage. *Progress in Nutrition*, 22(2), 617-625.
- Kato, H.C.A. , Peixoto Joeleb, M.R.S., Sousaa, C.L., Ribeiro, S.C.A., & Lourenço, L.F.H. (2017). Evaluation of the Shelf Life of Tambaqui Fillet Processed by the Sous Vide Method. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 26(10), 1144-1156.
- Kenar M., Özoğul F., & Kuley E. (2010). Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and microbiological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(11), 2366–2372.
- Lagouri, V., & Boskou, D. (1996). Nutrient antioxidants in oregano. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 47(6), 493-497.
- Martelli, R., Zotte, A.D., Bonelli, A., Lupi, P., Franci, O., & Parisi, G. (2013). Macronutrient and fatty acid (*Argyrosomus regius*) fillets profiles of meagre as influenced by harvesting time and boiling. *Italian Journal of Animal Science*, 12(88), 538-545.
- Mesa, S.G, Suárez, M.D., Rincón Cervera, M.A., Guil Guerrero, J.L., González, G., Cárdenas, S. & García Gallego, M. (2014). Time course of muscle fatty acid composition of cultured meagre (*Argyrosomus regius*) during the first sixteen months of a cage culture. *Grasas Aceites*, 65(1), 1-9.
- Mol, S., & Özturan, S. (2009). Sous-vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar. *Journal of Fisheries Sciences*, 3(1), 68-75.
- Mol, S., Özturan, S., & Cosansu, S. (2012). Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) stored at 4 and 12 °C. *Journal of Food Quality*, 35(2), 137–143.
- Monfort, M.C. (2010). Present market situation and prospects of sariğiz balığı (*Argyrosomus regius*), as an emerging species in Mediterranean aquaculture, Food and Agriculture Organization of The United Nations, <http://www.fao.org/docrep/013/i1675e/i1675e.pdf> (Last access date: 27.05.2019).
- Nicholas, T. A. (2003). *Antimicrobial Use of Native and Enzymatically Degraded Chitosans for Seafood Applications*. (MSc. Thesis, The University of Maine, Maine).
- Nieva-Echevarria, B., Manzano, M.J., Goicoechea, E. & Guillén, M.D. (2017). Changes provoked by boiling, steaming and sous-vide cooking in the lipid and volatile profile of European sea bass. *Food Research International*, 99(1), 630–640.
- Nissen, L. R., Byrne, D.V., Bertelsen, G., & Skibsted, L. H. (2004). The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Science*, 68(3), 485–495.
- NSW, 2018. Food Authority, NSW Government, Sous Vide Food Safety Precautions for Restaurants. http://www.foodauthority.nsw.gov.au/_Documents/scienceandtechnical/sous_vide_food_safety_precautions.pdf. (Last access date: 06.05.2018).
- Öksüz, A., Alkan, Ş.B., Taşkın, H., & Ayrancı, M. (2017). Yaşam boyu sağlıklı ve dengeli beslenme için balık tüketiminin önemi. *Food and Health*, 4(1), 43-62. [in Turkish].
- Özden, Ö., & Erkan, N. (2006). Effect of different packing methods on the shelf life of marinated rainbow trout. *Archiv für Lebensmittelhygiene*. 57, 69–75.
- Ramos F.C.P, Lourenço L.F.H., Joele M.R.S.P., Lima C.L.S., & Riberio S.C.A. (2016) Tambaqui (*Colossoma macropomum*) sous vide: characterization and quality parameters. *Semina Ciências Agrárias*, 37(1), 117-130.
- Ruiz-Capillas, C., & Moral, A. (2001). Correlation between biochemical and sensory quality indices in hake stored in ice. *Food Research International*, 34, 441-447.

- Saavedra, M., Pereira, T.G., Grade, A., Barbeiro, M., Pousao-Ferreira, P., Quental-Ferreira, H., Nunes, M.L., Bandarra, N., & Gonçalves, A. (2015). Farmed meagre (*Argyrosomus regius*) of three different sizes: what are the differences in flesh quality and muscle cellularity?. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(6), 1311–1316.
- Schellekens, M. (1996). New research issues in sous-vide cooking. *Trends in Food Science & Technology*, 7(8), 256-262.
- Schormüller, J. (1968). Tierische Lebensm. Eier. Fleisch. Buttermilch. In *Handbuch der Lebensmittel Chemie*, Band III/2 Teil. Berlin-Hiedelberg. New York, Springer-Verlag.
- Sebranek, J. G., Sewalt, V. J. H., Robbins, K. L., & Houser, T. A. (2005). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69(2), 289–296.
- Tironi V.A., Tomas M.C., & Anon M.C. (2010), Quality loss during the frozen storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*) Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract. *Food Science and Technology*, 43(2), 263–272.
- Uçak, İ., Özoğul, Y., & Durmuş, M. (2011). The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 1157–1163.
- Ufuk, D., & Sarımehtemtoğlu, B. (2016). Balık etinin muhafazasında soğutma ve dondurma yöntemleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 13(2), 151-158. [in Turkish].
- Varlık, C., Özden, Ö., Erkan, N., & Alakavuk, D.Ü. (2007). *Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol (Basic Quality Control in Seafood)*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul. [in Turkish].
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993). *Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri (Quality control principles and methods in seafood)*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 17, 174 p. [in Turkish].

Evidence on Otolith Structure and some Ecological Features of Three Small Foraging Species along the Southern Black Sea Coast

Aysun GÜMÜŞ¹, Ayşe VAN^{1*}, Mustafa ZENGİN², Serdar SÜER¹

¹ Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Samsun, Turkey

² Central Fisheries Research Institute, Department of Fisheries Management, Trabzon, Turkey

*Corresponding Author: van_55.1986@hotmail.com

Research Article

Received 24 September 2020; Accepted 02 January 2021; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Gümüş, A., Van, A., Zengin, M. & Süer, S. (2021). Evidence on otolith structure and some ecological features of three small foraging species along the southern Black Sea coast. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 267-278. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.799615>

Abstract

In this study, we aimed to describe otoliths to provide information about the stomach contents of three small foraging species and to contribute to the currently limited biological and ecological evidence about the species. Seasonal experimental bottom trawl surveys were conducted along the shelf areas of the Kızılırmak-Yeşilirmak and Melet Rivers to collect investigation materials which were abundant in the bycatch composition of the target catch. The information about body size measurements, abundance values, depth, season, and locality of samplings was recorded for further evaluations. Otolith shapes were defined as discoidal to ovate for the *Aphia minuta*, discoidal for the *Pomatoschistus marmoratus*, and square for the *Arnoglossus kessleri*. The mean length and weight values of the *Aphia minuta*, which was abundant along shallow coastal waters (0-30 m), were significantly different between localities and sampling season, but no difference was found between depth ranges. *Pomatoschistus marmoratus*, whose distribution varied significantly between depths and seasons had dense distributions along with the depth range of 30-60 m. *Arnoglossus kessleri* was most abundant along with the depth range of 0-30 m and had no samples in depths of over 60 m. It was found that the mean values of length and weight of this species were only significantly different among seasons but similar over the depth ranges and localities.

Keywords: *Aphia minuta*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Arnoglossus kessleri*, abundance, Black Sea.

Güney Karadeniz kıyılarında dağılım gösteren üç küçük yem balığının otolit yapısı ve bazı ekolojik özelliklerine dair bilgiler

Özet

Bu çalışmada, üç küçük yem balığının mide içeriği çalışmalarına bilgi sağlamak için otolitlerinin tanımlanmasını ve bu türler hakkında halihazırda sınırlı olan biyolojik ve ekolojik bulgulara katkı sağlamak amaçlanmıştır. Hedef kompozisyonunda bol miktarda bulunan araştırma materyallerini toplamak için Kızılırmak-Yeşilirmak ve Melet Nehirleri şelf alanları boyunca mevsimsel deneysel dip trol surveyleri yürütülmüştür. Örneklemin, vücut boyutuna ait ölçümleri, bollukları, derinlik, mevsim ve lokalite bilgileri daha sonraki değerlendirmeler için kaydedilmiştir. Otolit şekilleri *Aphia minuta* için 'diskoidal oval', *Pomatoschistus marmoratus* için 'diskoidal' ve *Arnoglossus kessleri* için 'kare' olarak tanımlanmıştır. Sığ kıyı suları boyunca (0-30 m) bol miktarda bulunan *Aphia minuta* türünün ortalama boy ve ağırlık değerleri, lokaliteler ve örneklendiği mevsimler arasında önemli ölçüde farklılık gösterirken, derinlikler arasında fark bulunmamıştır. Dağılımı derinlikler ile mevsimler arasında anlamlı farklılık gösteren *Pomatoschistus marmoratus*, 30-60 m derinlik aralığında yoğun bir dağılım göstermektedir. *Arnoglossus kessleri* en fazla 0-30 m derinlik aralığında yoğundur ve 60 m üzerinde ise örneğe rastlanmamıştır. Bu türün ortalama boy ve ağırlık değerleri sadece mevsimler arasında önemli ölçüde farklı ancak derinlikler ve lokaliteler arasında ise benzerdir.

Anahtar Kelimeler: *Aphia minuta*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Arnoglossus kessleri*, bolluk, Karadeniz

INTRODUCTION

Fishbones, otoliths, scales, vertebrae, teeth, eye lenses, and other soft tissue particles were removed from the stomachs or feces of sea mammals, sea birds, fish, and squid to identify the prey in diet composition studies (Battaglia et al., 2013; Elliott et al., 2015). Information derived from otoliths is a major tool in age, growth, population dynamics, and feeding studies. The otolith pairs asterisci and lapilli are quite small in size in most of the fish species and rarely used in stomach content research. The largest of the otolith pairs, sagitta, are the most frequently reported in the diet composition of

marine organisms (Bethea et al., 2004; Elliott et al., 2015). Otoliths are primary structures and provide basic information for the identification of the type of prey consumed by marine piscivores (Fitch and Brownell, 1968) as they have species-specific characteristics (Tuset et al., 2008). Since otoliths are slowly digested elements, not only the type of prey but also the size could be determined (Fitch and Brownell, 1968).

There are numerous studies of the relationship between otolith and body size (Viva et al., 2015), providing data for a robust estimation of the length and weight of the foraging species (Aguilar-Perera and Quijano-Puerto, 2016). This has become another requirement for otolith atlases and guides about morphology and morphometry to enable the identification of the stomach contents of the piscivorous marine organism throughout their life histories (Baremore and Bethea, 2010; Lin and Chang, 2012).

The three species investigated in this study are the transparent goby, *Aphia minuta* (Risso, 1810); the marbled goby, *Pomatoschistus marmoratus* (Risso, 1810); and the scaldback, *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915. None of the three species are targeted by any fisheries on the southern Black Sea coast, but they are known to be important components of bycatch in bottom trawl fishery (KARTRIP, 2013). Though they have no commercial value, they play ecologically significant roles as being the prey of carnivores in the ecosystem. The otolith atlas of Black Sea fish fauna (Kasapoglu and Duzgunes, 2015) includes no information about the transparent goby marbled goby or the scaldback. When stomach content studies conducted along the Black Sea coasts were reviewed (Avsar, 2001; Engin and Seyhan, 2010; Samsun et al., 2011; Kaya and Saglam, 2017), it was observed that most of the small pelagics (e.g. anchovy, sprat, and horse mackerel) and the small benthopelagic species (e.g. red mullet and gobies) were reported as the fish prey groups, but there is no study recording these three species as prey. These species are also known for their schooling habits which promote them being preyed upon by other predators (Breitburg, 1991; La Mesa et al., 2005; KARTRIP, 2013). A lack of record of these three species as prey substances in feeding studies maybe because their otoliths could not be identified in stomach contents, or their otoliths were misidentified as anchovy or sprat.

The transparent goby is a small, neritic, and widespread species (Chesalin et al., 2004). This species inhabits coastal areas, estuaries, and freshwater. And, unlike other gobiid species, they occur in the pelagic zone (Miller, 1986a). Though it has no commercial value in the Black Sea fishery, it is a target species and provides substantial income in western and central Mediterranean artisanal and small-scale fisheries (La Mesa et al., 2005). In the Black Sea, Fortunatova (1949) recorded demersal species such as *Merlangius merlangus*, *Mullus barbatus*, *Platichthys flesus*, *Scorpaena porcus*, *Solea* spp., and *Trachinus* spp. as the predators of the transparent goby. However, it is also highly possible that *Trachurus mediterraneus*, *Pomatomus saltatrix*, and *Alosa immaculata* are potential predators since they have been caught with the transparent goby in the same trawl hauls (KARTRIP, 2013).

The marbled goby is a small demersal species, mostly inhabiting lagoon, estuarine, and coastal waters and distributed along eastern Atlantic waters: the Mediterranean, Black, Azov, and Aegean Seas; and the Suez Canal (Malavasi et al., 2005; Apostolou et al., 2011). Mostly appearing in shallow waters and tolerating low and high salinities, it is also observed around 70 m depth in winter in the Black Sea (Miller, 1986b; Apostolou et al., 2011).

The scaldback is a benthic species distributed along the Black, Marmara, Aegean, and Levantine Seas (Nielsen, 1986; Bilecenoglu et al., 2014). It is not a target species in Black Sea fisheries and mostly appears in bycatch compositions. Besides not being a common species, the information about the scaldback population is also limited. The *Arnoglossus* spp. is known as a foraging species and is preyed on by piscivorous demersal species (Bariche et al., 2009).

MATERIALS and METHODS

This study was conducted seasonally along the continental shelf of the southern-middle Black Sea within the Kızılırmak-Yeşilirmak shelf area (KYSA) and the Melet River shelf area (MSA) between 2010-2011. The KYSA is the major fishery area of the mid-east of the southern Black sea. The trawl fisheries have been active in this region for long years. The MSA has a narrower shelf area than the KYSA and is closed to commercial bottom trawl fishery. The KYSA and the MSA have similar ecosystem characteristics such as substrate type, currents, and being discharged by large rivers like the Kızılırmak, Yeşilirmak, Terme Stream, and Melet Rivers.

Six stations were defined in an east-west direction. In the MSA; the three of stations were named as follows: O1 (Melet River offshore), O2 (Perşembe), and O3 (Ünye port). In the KYSA, the other three

stations were named as follows: S1 (Çaltıcape), S2 (Azot offshore), and S3 (Atakum-Dereköy) (Figure 1). The sampling depths were designed in three different ranges (0-30m, 30-60m, 60+ m) for each station. Two hauls were conducted to gain variation in each sampling coordinate. In total, 144 operations were completed for six stations, three depth zones, two repeated hauls, and four seasons. The experimental bottom trawl survey was performed by the “Sürat Araştırma-I” research vessel belonging to the Central Fisheries Research Institute (CFRI). The mesh size in the cod-end of the sampling gear was 13 mm, known as a ‘blind net’.

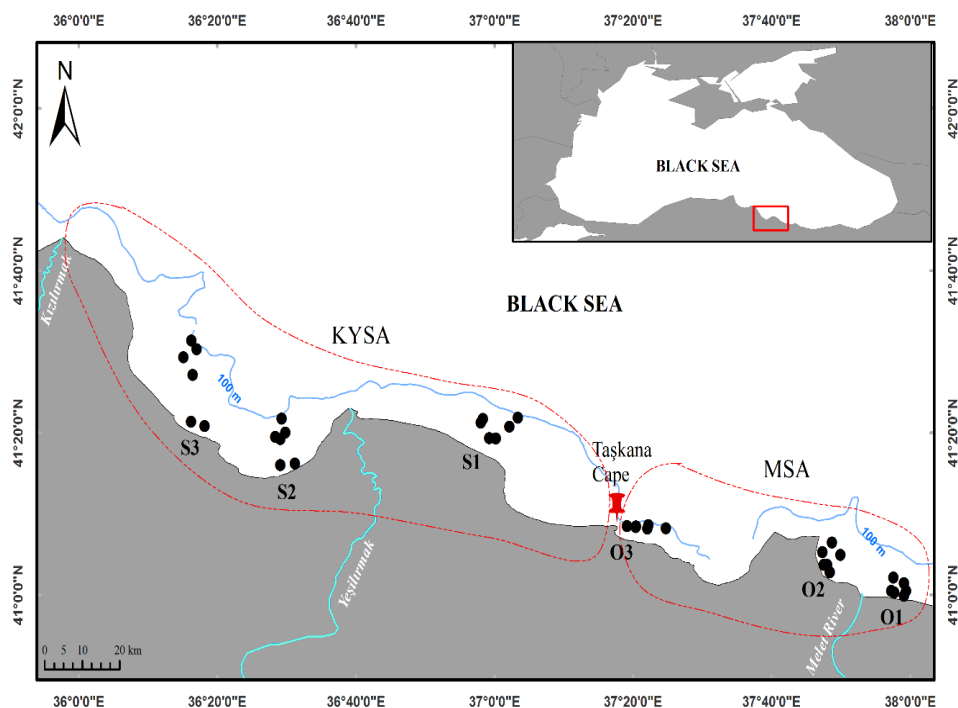


Figure 1. Map of the study area showing sampling locations

The individual total length (± 0.1 cm) and individual total weight (± 0.01 g) were measured. The otoliths were removed from specimens of three species using a dissection microscope since all fish species were too small for a routine otolith removal. The otoliths were cleaned and kept dry and were recorded by a Leica S8 APO stereo microscope attached to a camera (Leica DC 500) and an image analysis system (Application Suite Version 4.3.0). Campana (2004) and Tuset (2008) were taken as references when defining the otolith structure. The count of individuals for each species and each sampling were recorded and assessed for total catch for estimation of abundance ($N.km^{-2}$). The length-weight relationships were estimated by $W = a \times TL^b$ equation, where W is the total weight (g), TL is the total length (cm), a is the intercept, and b is the slope (Froese, 2006). The mean values of total length and weight were tested for any significant difference between stations, depths, and seasons by means of a one-way analysis of variance (ANOVA) and a t-test. The swept area was calculated by the equation $a = D \times hr \times X^2$ where a is the area covered by the trawl, D is the distance covered, hr is the length of the head rope, X^2 is the fraction of the head rope length which is equal to the width of the path swept by the trawl; $D = V \times t$ where V is the velocity of the trawl over the ground while trawling, and t is the hauling duration to estimate the abundance values (Sparre and Venema, 1992). All analyses were performed using SPSS v17.0.1, and the statistical significance was set at $p < 0.05$. ArcGIS v9.2 was applied to form the maps of the species abundance distribution in the sampling area.

RESULTS

Transparent goby

The transparent goby was sampled in both regions (KYSA and MSA) and six stations. The density map is presented in Figure. 2. Abundance values were estimated as 23.891 (N.km⁻²) within a depth range of 0-30 m while it was 4.303 (N.km⁻²) within 30-60 m. The abundance of the transparent goby calculated as 482.0 N.km⁻² was relatively low at depths over 60 m. The transparent goby exists in all stations from Samsun Atakum-Dereköy to Ordu-Melet River offshore in different intensities. The highest abundances were observed at S2 and O3 stations.

A total of 567 transparent goby individuals were obtained from the MSA (N = 259) and the KYSA (N = 308) stations. The length range was 2.9-5.8 cm, and the weight range was 0.07-1.10 g for the pooled data. The mean total length was 4.14 ± 0.03 cm, and the mean weight was 0.37 ± 0.01 g for the MSA while they were estimated as 3.99 ± 0.02 cm and 0.34±0.08 g respectively for the KYSA. A significant difference was determined between the east and west locations in the mean values of both total lengths (t-test, $t=4.048$, $p < 0.001$) and weight (t-test, $t= 2.279$, $p < 0.05$) revealing slightly larger individuals in the MSA location. Seasonal variations in mean values of total length (ANOVA, $F(3,563)= 163.637$, $p < 0.001$) and weight ($F(3,563)= 267.629$, $p < 0.001$) of the transparent goby indicated a significant difference. The highest mean value of total length was recorded in the spring as 4.66 ± 0.04 cm and the mean weight as 0.64 ± 0.02 g where the lowest values were observed in fall as 3.57 ± 0.03 cm and 0.19 ± 0.01 g respectively. The post-hoc test (Tukey HSD) showed that the transparent goby is different in size in different seasons. There was no significant difference in the mean total length and weight between depth ranges (ANOVA, $F(2,564) = 0.758$, $p > 0.05$). However, there was a remarkable difference in species abundance in terms of depth. The L-W relationship of transparent goby revealed the parameters as $a= 0.002$ and $b= 3.751$ ($b_{SE}= 0.073$) ($r^2= 0.82$), implying a positive allometric type.

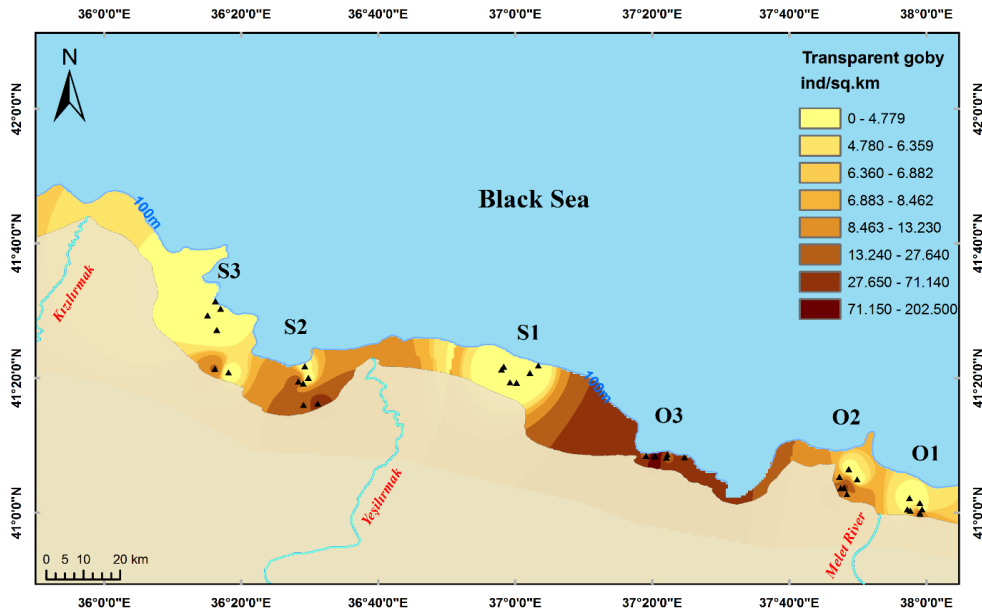


Figure 2. The mean density map of the transparent goby along MSA and KYSA shelf areas

The otolith of the transparent goby was quite small, discoidal to ovate, and extremely fragile (Figure 3) Its *Sulcus acusticus* can be defined as heterosulcoid, mesial, and ascending; its *Ostium* as round to oval, longer and wider than *cauda*, and not reaching to the anterior margin; and its *Cauda* as round to oval, not reaching the posterior margin. Growth rings are not very distinct but slightly visible on the axis through the rostrum and postrostrum.

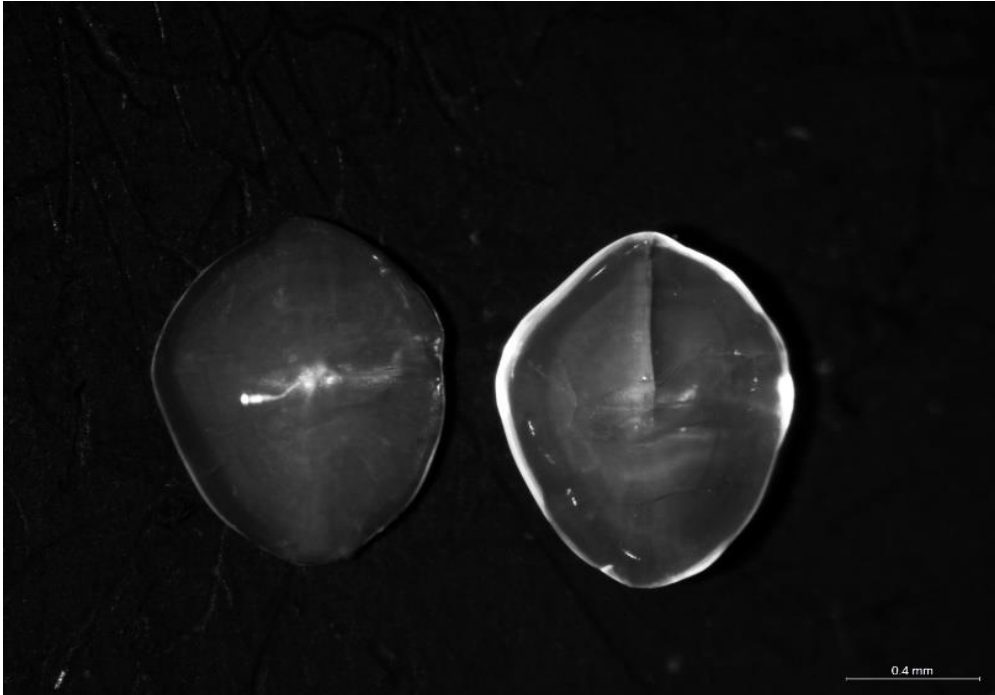


Figure 3. The morphology of the otolith of a transparent goby specimen (4.8 cm TL and 0.53 g W) from distal and proximal surface (Otolith length=0.996 mm and otolith width=0.768 mm)

Marbled goby

The marbled goby was sampled from both the KYSA and the MSA at all stations. The distribution density map is shown in Figure 4. The mean density was estimated as 8326 N.km^{-2} , and the highest intensities were recorded at 30-60 m depth range. The mean densities were calculated as 2480 N.km^{-2} for 0-30 m and 3885.7 N.km^{-2} for 60+ m depth ranges. The highest aggregation was determined at the S3 and S2 stations.

The biometric measurements of the total of the 716 individuals sampled indicated that the total length range in the marbled goby was between 2.5-6.5 cm, and the weight ranged between 0.07-1.81 g for the pooled data. The mean total length was 4.41 ± 0.05 cm, and the weight was 0.59 ± 0.02 g in the MSA stations where they were estimated as 4.470 ± 0.03 cm and 0.64 ± 0.01 g respectively for the KYSA stations. The mean total length and weight values for the MSA and the KYSA were not significantly different (in the t-test, for total length, $t = -1.068$, $p > 0.05$ and for weight, $t = 0.141$, $p > 0.05$). The mean total length and weight in terms of seasons reached their maximum in the fall (4.53 ± 0.05 cm and 0.69 ± 0.02 g) and their minimum in the spring (4.30 ± 0.06 cm and 0.55 ± 0.02 g). ANOVA displays significantly different mean total length and weight values between seasons (ANOVA, $F(3,712) = 4.492$, $p < 0.05$ and ANOVA, $F(3,712) = 8.137$, $p < 0.001$), respectively. The marbled goby showed a dispersion throughout all depth ranges. The mean total length and weight values were 4.07 ± 0.04 cm and 0.48 ± 0.02 g at depths of 0-30 m and 4.64 ± 0.04 cm respectively, 0.70 ± 0.02 g at 30-60 m, and 4.74 ± 0.06 cm- 0.73 ± 0.03 g at 60+m. The significantly different size values between the different depth ranges (ANOVA, $F(2, 713) = 67.766$, $p < 0.001$) also implied that the individuals smallest in size were distributed in the waters near the shore. The parameters of the L-W relationship were estimated as $a = 0.005$ and $b = 3.175$ ($b_{SE} = 0.04$) ($r^2 = 0.90$), pointing to a positive allometry.

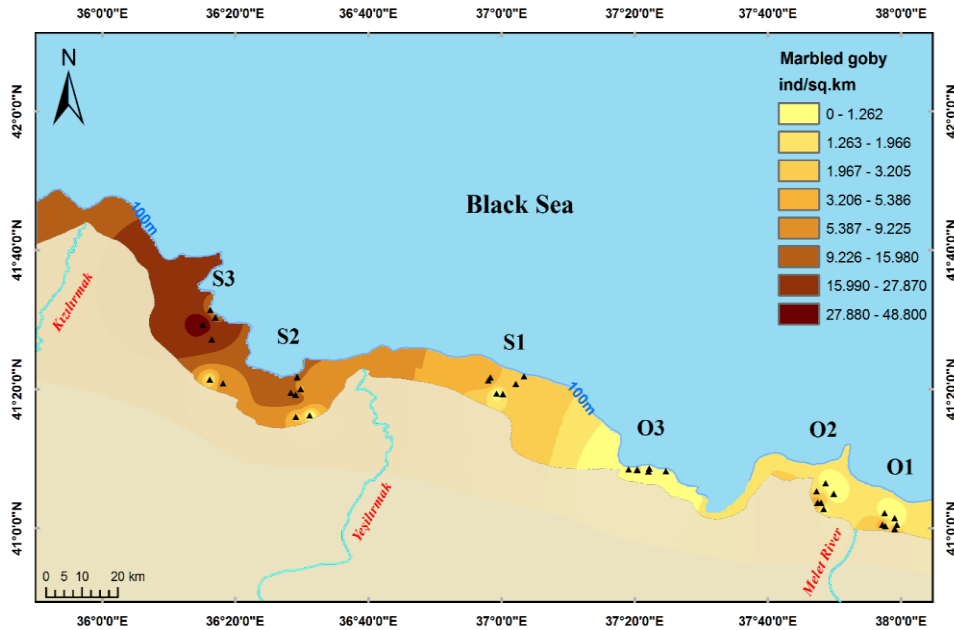


Figure 4. The mean density map of the marbled goby along MSA and KYSA shelf areas

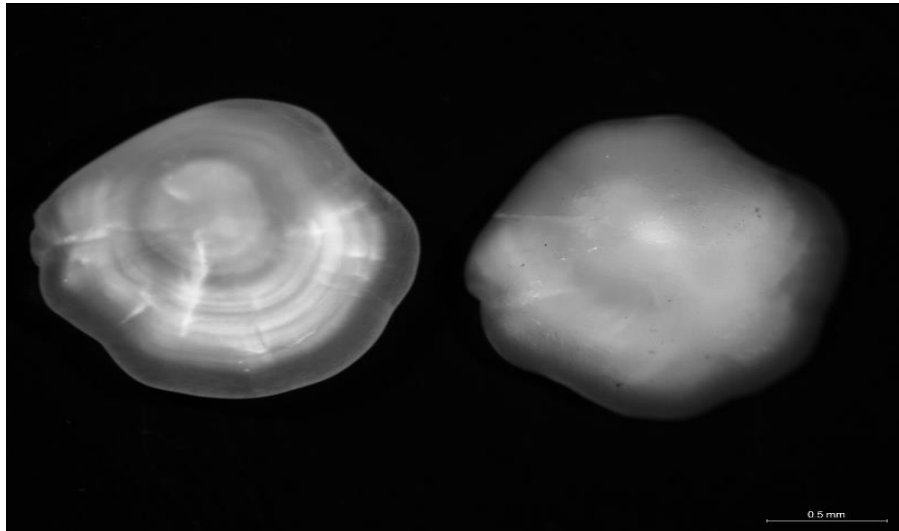


Figure 5. The morphology of the otolith of a marbled goby specimen (4.3 cm TL and 0.54 g W) from distal and proximal surface (Otolith length=1.494 mm and otolith width=2.008 mm)

The shape of marbled goby sagitta is discoidal, round in dorsal, and slightly undulated in the ventral region (Figure 5); round in the posterior and slightly peaked in the anterior region. The *Sulcus acusticus* is hardly visible, heterosulcoid, and mesial. Growth rings are distinctly visible on the distal surface. The sagittal core is clear and surrounded by hyaline and opaque concentric bands more widely spaced through the posterior axis.

Scaldback

The scaldback was sampled from all stations of the KYSA and the MSA except stations over 60 m. Though it has been observed at a depth range of 30-60 m, the mean density value was as low as 101.5

N.km^{-2} . The highest mean density was estimated as 6643 N.km^{-2} at the depth range of 0-30 m. Figure 6 implies that the highest abundancies are at S2, O2, and O1.

The total length and total weight of the 528 scaldback specimens ranged from 2.9-12.8 cm and 0.03-16.70 g respectively for the pooled data. For the KYSA, the mean total length and weight was estimated as 5.19 ± 0.07 cm and 1.43 ± 0.07 g where they were 2.9-12.8 cm and 1.58 ± 0.08 g respectively in the MSA. There was no significant difference between mean length (t-test, for length, $t = 1.035$, $p > 0.05$) and mean weight ($t = 1.447$, $p > 0.05$) for the KYSA and the MSA. The summer (5.39 ± 0.07 cm) and fall (5.39 ± 0.07 cm) have the highest mean length values, and the maximum mean weight was observed in summer (1.65 ± 0.07 g). The lowest mean length (5.00 ± 0.09 cm) and weight (1.27 ± 0.09 g) values were recorded in winter. The mean values were tested for any differences between seasons, and the following were determined to be significant: ANOVA, for length $F(3,524) = 4.849$, $p < 0.05$ and ANOVA, for weight $F(3,524) = 2.751$, $p < 0.05$. Scaldback individuals were not found within depths over 60 m. However, dense aggregation was observed at a depth range of 0-30 m. The mean length and weight values were 5.20 ± 0.04 cm and 1.44 ± 0.04 g at 0-30 m depth and 7.29 ± 0.996 cm and 4.92 ± 1.737 g at 30-60 m ($N = 11$), implying that individuals smaller in size are distributing along shallow waters while larger ones preferred the deeper zones. However, there was no significant difference between mean values for different depths (t-test, for length, $t = -2.096$, $p > 0.05$ and t-test, for weight, $t = -2.003$, $p > 0.05$). The estimated parameters of the L-W equation were $a = 0.009$ and $b = 3.005$ ($b_{SE} = 0.05$) ($r^2 = 0.90$), revealing an isometric relationship in the scaldback.

The sagitta of the scaldback is highly transparent, fragile, and square in shape; the *Sulcus acusticus* is heterosulcoid, median, and ostial (Figure 7). The *Ostium* is tubular, straight and longer than *cauda* reaching to the anterior margin. The *Cauda* is round-oval, rather short, and ending far from the posterior margin. Growth rings are not distinct and are hardly visible on the otolith surface towards the posterior margin in the dorsal direction.

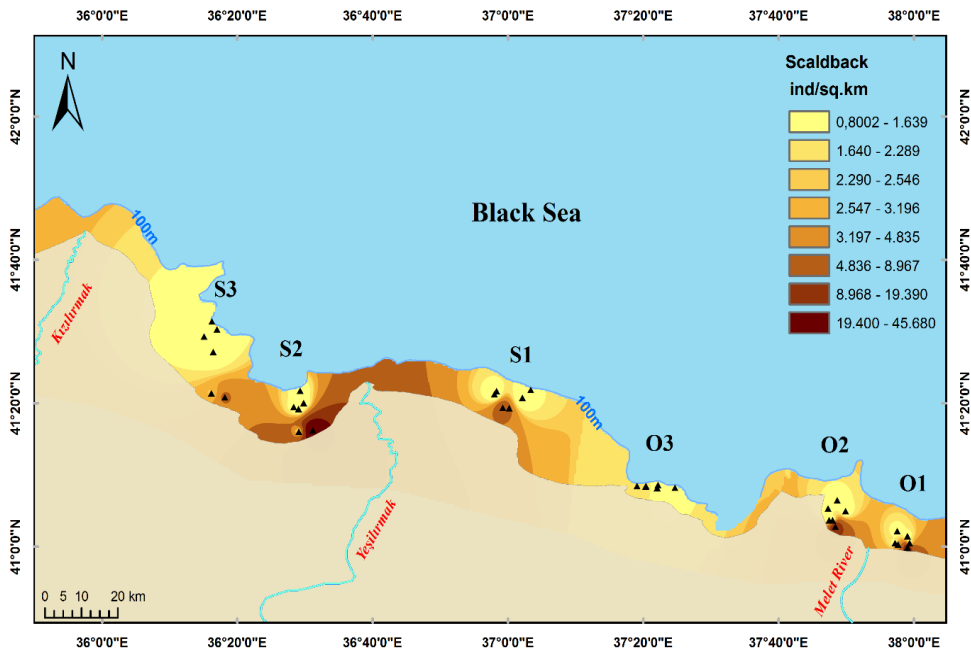


Figure 6. The mean density map of the scaldback along MSA and KYSA shelf areas

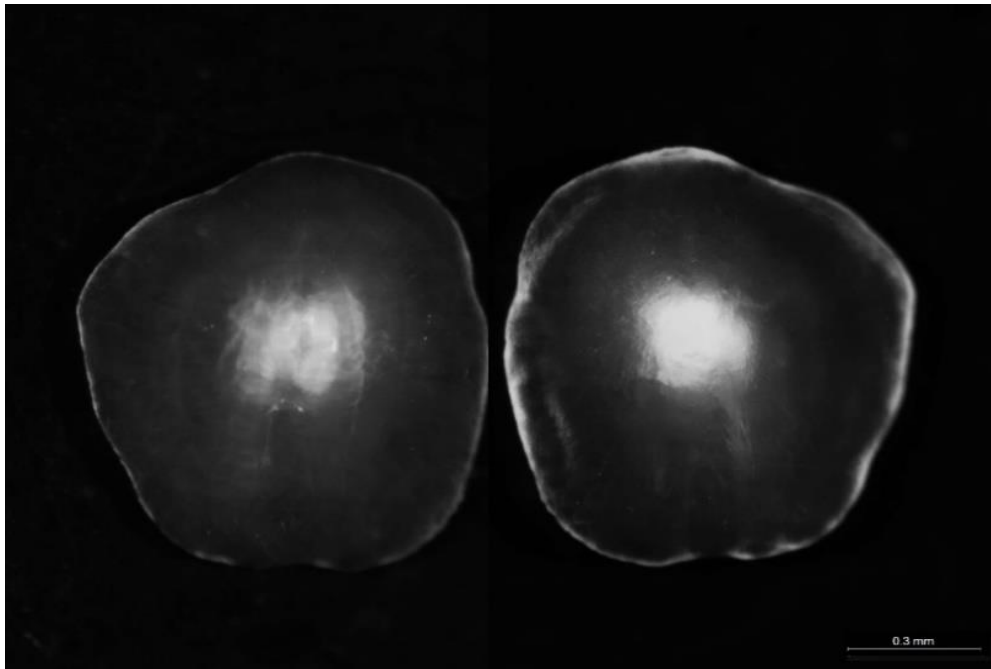


Figure 7. The morphology of the otolith of a scaldback specimen (5.0 cm TL and 1.12 g W) from distal and proximal surface (Otolith length=0.969 mm and otolith width=0.828 mm)

DISCUSSION

This study aimed to display the otolith descriptions for a potential background to stomach content studies of carnivorous fish species and to demonstrate the distributions of three prey species in the southern Black Sea shelf with additional ecological information.

The transparent goby is one of the smallest species in the Gobiidae family. The maximum total length in the samples in this study was recorded as 5.8 cm, and positive allometry ($a= 0.002$ $b= 3.751$ $N= 567$) was detected in the L-W relationship. Iglesias et al. (1997) also recorded a range of total length of 1.2 and 4.9 cm and a positive allometric ($a= 0.00071$ $b= 3.55$ $N= 1965$) L-W relationship for the transparent goby distributed along the Island of Majorca (the northwest Mediterranean). It is reported that the maximum length for the transparent goby is 6.0 cm which was rarely reached in the Lagoon of Nador (Morocco) (Ramdani et al., 2016). Veiga et al. (2009) recorded 6.9 cm as the highest total length and a strong positive allometric ($a= 0.0039$ $b= 3.31$ $N= 124$) L-W relationship in the population sampled from the Arade estuary (southern Portugal). La Mesa (1999) found that the length range was between 1.3-5.5 cm with a L_{inf} of 6.87 cm and positive allometry ($a= 0.00088$ $b= 3.47$ $N=245$ for the whole population) in the L-W relationship.

The seasonal values of the mean total length may give information about the one-year lifespan of the transparent goby. In this study, the highest mean length was recorded in the spring (4.66 cm), and it gradually decreased in summer (3.75 cm) and reached its lowest value in the fall (3.57 cm), indicating the new recruitment in late spring and early summer. The mean length increased in winter (4.10 cm) reaching its maximum in spring. La Mesa (1999) explained by monthly length-weight analysis that two cohorts are displayed in late spring and early summer.

The transparent goby distribution has a wide depth range from the sea surface to 80-100 m (Miller, 1986b). La Mesa (1999) sampled the population at a depth range of 10-40 m in the Adriatic Sea. In this study, the transparent goby was sampled through the depths of 0-60+ m with different intensities. The highest abundance was at depths of 0-30 m and especially in winter, probably the result of the schooling behavior of the species. Hence, it is reported that transparent goby enters an “aggregated phase” in winter (Auteri et al., 2000).

Tuset et al. (2008) described the otolith shape of transparent goby as squared. But the samples in this study that indicate an external morphology as discoidal/elliptical are more compatible with the

report of La Mesa (1999). The transparent goby is known to be a very short-lived fish species (La Mesa, 1999). The life span of nearly one year may explain the weak growth ring formations. Iglesias et al. (1997) investigated the otoliths of the transparent goby in detail and reported that sagittal otoliths are disc-shaped in small individuals and transform to slightly oval as the fish get larger. It has also been discovered that otoliths lack a “settling mark,” unlike most of the otoliths of the other goby species as a natural result of the pelagic lifestyle of the adults.

The marbled goby is a small-sized species. The total length range was determined as between 2.5-6.5 cm and the L-W relationship as a positive allometric ($a= 0.005$ $b= 3.175$ $N= 716$) in this study are compatible with previous records. Verdiell-Cubedo et al. (2006) reported the length range of the population as between 1.4-5.5 cm and the L-W relationship as a positive allometric ($a= 0.00756$ $b= 3.150$ $N= 1710$) in the Mar Menor coastal lagoon (the western Mediterranean Sea). The length range was recorded as between 1.2-6.7 cm with an L-W relationship of positive allometry ($a= 0.005$ $b= 3.168$ $N= 1678$) (Altin et al., 2015) in the northern Aegean Sea. Koutrakis and Tsikliras (2009) reported a sex-based length range for the marbled goby as 2.5-6.0 cm for males and 2.8-5.7 cm for females in the Strymon River estuarine system (northern Greece).

The marbled goby was found to be distributed along the depths of 0-60+ m in the sampling area. Though it typically inhabits inshore waters, Miller (1986b) reported that it can spread into depths of 70 m in winter. Furthermore, in this study, it was observed that larger individuals prefer deeper waters while the smaller ones were more abundant in shallow zones.

The density maps also indicated that the population has higher intensities per area in the KYSA, having a substrate type of muddy sand at maximum depths of 30-60 m. Malavasi et al. (2005) reported that the marbled goby avoids seagrass habitats and is mostly seen in muddy flats and salt marsh creeks in Venice Lagoon. In the same region, Franco et al. (2006) indicated that the marbled goby has higher intensities along sparsely vegetated and unvegetated mudflats. The marbled goby is one of the major components of bycatch with *Gobius niger* in the bottom trawl operations in the study area, and its mean abundance is 7159 N.km⁻² within the sampling region. The short life span, opportunistic feeding strategy, and resistance to temperature variations and salinity may enhance the adaptation of the marbled goby to its environment (Fouda, 1995). All of this information implies that the life traits and the abundance value of marbled goby may have a definitive role in the ecosystem in which it exists.

The otolith characteristic of marbled goby was described as a discoidal form by Tuset et al. (2008). The finding of this study regarding the otolith shape of the marbled goby is compatible with the report of Tuset et al. (2008). Mazzoldi and Rossotto (2001) observed the otolith edge feature as opaque from October to March and hyaline from April in marbled goby otoliths.

The scaldback is a small-sized species with a mean total length of 5.4 cm for the sampled population in the southern Black Sea. It appears at a significant rate as a bycatch species in bottom trawl fisheries. Though it has been caught as a commercial species in the northern Black Sea until the mid-1970s (Shiganova, 1998), currently it has no commercial value.

In this study, the length range was determined as 2.9-12.8 cm. Furthermore, an isometric relationship was estimated between L-W variables ($a= 0.009$ $b= 3.005$ $N= 528$). Cakir et al. (2008) reported the length range as between 5.2-9.5 cm and a L-W relationship with parameters a and b as 4.10⁻⁶ and 3.1243 respectively ($N= 32$) in Edremit Bay (the north Aegean Sea). Cakir et al. (2003) defined negative allometry for the L-W relationship ($a= 0.0174$ $b= 2.6824$ $N= 32$) for a similar length range and the same sampling region. Ilkyaz et al. (2008) recorded the length range between 6.9-9.6 cm for the scaldback with an isometric LWR ($a= 0.0185$ $b= 2.74$ $N= 7$) in the central Aegean Sea. Altin et al. (2015) reported a positive allometric LWR ($a= 0.005$ $b= 3.292$ $N= 393$) while Bayhan et al. (2008) recorded a negative type ($a= 0.0179$ $b= 2.601$ $N= 76$) for the Aegean Sea. Here, it seems that the LWR of the scaldback is highly variable in the Aegean Sea. On the other hand, the only other record from the eastern Black Sea is in accordance with the findings of this study since the length range was as 4.3-9.8 cm and an isometric type of LWR ($a= 0.021$ $b= 2.984$ $N= 60$) (Ak et al., 2009).

There is no certain information about the schooling habits of the scaldback. According to the sampling observations in this study, it is highly possible that the individuals aggregate and form schools, especially around depths of 30-35 m, in fall and winter. The distribution of the scaldback was between 0-60 m in the sampling area but intensified at a depth zone of 0-30 m. Cakir et al. (2003) reported the distribution depth around 5-80 m for Edremit Bay (the north Aegean Sea) and Keskin (2012) as 24 m in the south-western Black Sea shelf.

The mean density for the scldback was determined as 6738 N.km⁻² within 114 experimental trawl operations (hauling with blind nets) while Keskin (2012) estimated the density as 114 N.km⁻² and the biomass as 0.36 kg.km⁻² in bottom trawl operations (hauling with a mesh size of 16 mm cod-end) along the south-western Black Sea shelf.

CONCLUSION

Here, the main problem seems to be the disappearance of these small-sized species from the stomach contents of many piscivorous species due to fast digestion. The overlooking of otoliths, which are the only remaining part of the prey organisms, is very possible. Since the scldback and the transparent goby otoliths are quite small and transparent, the risk of missing them in stomach content analysis is reasonably high. The otoliths are species-specific, and they are hard to digest for many predators. There is no other record for the otolith descriptions of these three species distributed along the southern Black Sea shelf, and they have never been mentioned in studies regarding the stomach content of carnivorous or piscivorous species though it is well known that they share a habitat with many species. This study may contribute to the definition of the transparent goby, the marbled goby, and the scldback in future studies of feeding conducted on the southern shelf of the Black Sea.

Acknowledgments: This study is performed by Central Fisheries Research Institute (CFRI) under the name “Monitoring of Trawl Fisheries in The Black Sea (TAGEM/HAYSÜD/2010/09/01/04)” with the cooperation of Ondokuz Mayıs University (OMU).

REFERENCES

- Aguilar-Perera, A., & Quijano-Puerto, L. (2016). Relations between fish length to weight, and otolith length and weight, of the lionfish *Pterois volitans* in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. *Journal of Marine Biology & Oceanography*, 5, 469-474. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572016000200025>
- Ak, O., Kutlu, S., & Aydin, I. (2009). Length-weight relationship for 16 fish species from the Eastern Black Sea, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9, 125-126.
- Altin, A., Ayyildiz, 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, 971-975. <https://doi.org/10.3906/zoo-1412-15>
- Apostolou, A., Ivanova, P., Velkov, B., Vassilev, M., Dobrev D., & Dobrovolov, I. (2011). *Pomatoschistus marmoratus* (RISSO 1810), is it really a “new” species for Bulgarian ichthyofauna. *Acta Zoologica Bulgarica*, 63, 289-294.
- Auteri, R., Frogliola C., & Relini, G. (2000). Pesca del “rossetto” *Aphia minuta* De Buen 131 (stagioni 1995-1996 e 1996-1997) nei compartimenti marittimi di Imperia, Savona, Genova, La Spezia, Viareggio, Livorno e Pescara. *Biologia Marina Mediterranea*, 7, 99-105.
- Avsar, D. (2001). Age, growth, reproduction and feeding of the spurdog (*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758) in the south-eastern Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52, 269-278. <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0749>
- Baremore, I.E., & Bethea, D.M. (2010). A guide to otoliths from the fishes of the Gulf of Mexico. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-599, 102 pp.
- Bariche, M., Alwan, N., El-Assi, H., & Zurayk, R. (2009). Diet composition of the Lessepsian bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* in the eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 460-465. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01202.x>
- Battaglia, P., Andaloro, F., Consoli, P., Esposito, V., Malara, D., Musolino, S., Pedà, C., & Romeo, T. (2013). Feeding habits of the Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L. 1758), in the central Mediterranean Sea (Strait of Messina). *Helgoland Marine Research*, 67, 97-107. <https://doi.org/10.1007/s10152-012-0307-2>
- Bayhan, B., Sever, T.M., & Taskavak, E. (2008). Length-weight relationships of seven flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes) from Aegean Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8, 377-379.
- Bethea, D.M., Buckel, J.A., & Carlson, J.K. (2004). Foraging ecology of the early life stages of four sympatric shark species. *Marine Ecology Progress Series*, 268, 245-264. <https://doi.org/10.3354/meps268245>
- Bilecenoglu, M., Kaya, M., Cihangir, B., & Cicek, E. (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38, 901-929. <https://doi.org/10.3906/zoo-1405-60>
- Breitbart, D.L. (1991). Settlement patterns and presettlement behavior of the naked goby, *Gobiosoma bosci*, a temperate oyster reef fish. *Marine Biology*, 109, 213-221. <https://doi.org/10.1007/BF01319389>
- Campana, S. E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences No. 133*. NRC Research press.

- Chesalin, M.V., Zuev, G.V., & Chesalina, T.L. (2004). Transparent goby *Aphia minuta* (Gobiidae) in the pelagic zone of the Black Sea. *Journal of Ichthyology*, 44, 587-591.
- Cakir, D.T., Akalin, S., Unluoglu, A., Bayhan, B., & Hossucu, B. (2003). The flatfish species in Edremit Bay and length-weight relationships for three of them *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792), *Arnoglossus kessleri* (Schmidt, 1915). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20, 529-536.
- Cakir, D.T., Torcu-Koc, H., Basusta, A., & Basusta, N. (2008). Length-weight relationships of 24 fish species from Edremit Bay Aegean Sea. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 3, 47-51.
- Elliott, M.L., Bradley, R.W., Robinette, D.P., & Jahncke, J. (2015). Changes in forage fish community indicated by the diet of the Brandt's cormorant (*Phalacrocorax penicillatus*) in the central California Current. *Journal of Marine Systems*, 146, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.07.015>
- Engin, S., & Seyhan, K. (2010). Age, growth, reproduction and diet of the Flatsnout Goby, *Neogobius platyrostris* (Pallas, 1814), on the south-eastern Black Sea Coast of Turkey: (Pisces: Gobiidae). *Zoology in the Middle East*, 50, 59-66. <https://doi.org/10.1080/09397140.2010.10638412>
- Fouda, M.M. (1995). Life history strategies of four small-size fishes in the Suez Canal, Egypt. *Journal of Fish Biology*, 46, 687-702. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb01104.x>
- Fitch, J. E., & Brownell Jr, R. L. (1968). Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 25(12), 2561-2574. <https://doi.org/10.1139/f68-227>
- Fortunatova, K.R. (1949). Biology and feeding of the scorpion fish. *Trudy Sevastopol Biological Station*, 7, 193-235.
- Franco, A., Franzoi, P., Malavasi, S., Riccato, F., & Torricelli, P. (2006). Fish assemblages in different shallow water habitats of the Venice Lagoon. *Hydrobiologia*, 555, 159-174. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1113-5>
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x>
- Iglesias, M., Brothers, E.B., & Morales-Nin, B. (1997). Validation of daily increment deposition in otoliths. Age and growth determination of *Aphia minuta* (Pisces: Gobiidae) from the northwest Mediterranean. *Marine Biology*, 129, 279-287. <https://doi.org/10.1007/s002270050168>
- Ilkayaz, A.T., Metin, G., Soykan, O., & Kinacigil, H.T. (2008). Length-weight relationship of 62 fish species from the Central Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 699-702. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01167.x>
- Kartrip, (2013). Monitoring of Trawl Fisheries in The Black Sea, project number: TAGEM/HAYSUD/2010/09/01/04. Fisheries Management (A09. P-01).
- Kasapoglu, N., & Duzgunes, E. (2015). Otolith atlas for the Black Sea. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16, 133-144.
- Kaya, S., & Saglam, H. (2017). Feeding habits of garfish, *Belone belone* euxini Günther, 1866 in autumn and winter in Turkey's south-east coast of the Black Sea. *Animal Biodiversity and Conservation*, 40, 99-102. <https://doi.org/10.32800/abc.2017.40.0099>
- Keskin, C. (2012). A preliminary study on demersal fishes in the south-western Black Sea shelf (NW Turkey). *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 18, 341-349.
- Koutrakis, E.T., & Tsikliras, A.C. (2009). Reproductive biology of the marbled goby, *Pomatoschistus marmoratus* (Pisces, Gobiidae), in a northern Aegean estuarine system (Greece). *Folia Zoologica*, 58, 447-456.
- La Mesa, M. (1999). Age and growth of *Aphia minuta* (Pisces, Gobiidae) from the central Adriatic Sea. *Scientia Marina*, 63, 147-155. <https://doi.org/10.3989/scimar.1999.63n2147>
- La Mesa, M., Arneri, E., Caputo, V., & Iglesias, M. (2005). The transparent goby, *Aphia minuta*: review of biology and fisheries of a paedomorphic European fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15, 89-109. <https://doi.org/10.1007/s11160-005-1613-4>
- Lin, C.H., & Chang, C.W. (2012). Otolith Atlas of Taiwan Fishes. National Museum of Marine Biology and Aquarium, Pingtung, NMMBA Atlas Series 12, 415 pp.
- Malavasi, S., Franco, A., Fiorin, R., Franzoi, P., Torricelli, P., & Mainardi, D. (2005). The shallow water gobiid assemblage of the Venice Lagoon: abundance, seasonal variation and habitat partitioning. *Journal of Fish Biology*, 67, 146-165. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00919.x>
- Mazzoldi, C., & Rasotto, M.B. (2001). Extended breeding season in the marbled goby, *Pomatoschistus marmoratus* (Teleostei: Gobiidae), in the Venetian Lagoon. *Environmental Biology of Fishes*, 61, 175-183.
- Miller, P.J. (1986a). Gobiidae. In: P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese (Ed). *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (pp 1019-1085), Vol III, Paris: UNESCO.

- Miller, P.J. (1986b). The functional ecology of small fish: some opportunities and consequences. *Symposia of the Zoological Society*, 69, 175-199.
- Nielsen, J.G. (1986). Bothidae. In: P.J.P. Whitehead, M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese (Ed). *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (pp 1294-1298), Vol III, Paris: UNESCO.
- Ramdani, M., Elkhiafi, N., & Layachi, M. (2016). Biology and ecology of the transparent goby *Aphia minuta* (RISSO, 1810) in the lagoon of Nador (Morocco). *Rapport Commission Internationale pour l'exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 41, 343.
- Samsun, S., Erdem, Y., & Kalayci, F. (2011). Feeding regime of whiting (*Gadus merlangus euxinus* Nordmann, 1840) in Turkish middle Black Sea coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 515-522.
- Shiganova, T.A. (1998). Invasion of the Black Sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fisheries Oceanography*, 7, 305-310. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2419.1998.00080.x>
- Sparre, P., & Veneme, S.C. (1992). *Introduction to tropical fish stock assessment* (Part 1). FAO Fisheries Technical Paper, Rome.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C.A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72, 7-198. <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17>
- Veiga, P., Machado, D., Almeida, C., Bentes, L., Monteiro, P., Oliveira, F., Ruano, M., Erzini, K., & Gonçalves, J.M.S. (2009). Weight-length relationships for 54 species of the Arade estuary, southern Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 493-496. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01230.x>
- Verdiell-Cubedo, D., Oliva-Paterna, F.J., & Torralva, M. (2006). Length-weight relationships for 22 fish species of the Mar Menor coastal lagoon (western Mediterranean Sea). *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 293-294. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00738.x>
- Viva, C., Sartor, P., Bertolini, D., De Ranieri, S., & Ligas, A. (2015). Relationship of otolith length to fish total length in six demersal species from the NW Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 973-974. <https://doi.org/10.1111/jai.12838>

Aksaray İli (Türkiye) İhtiyofaunası

Muhammed KELLEÇİ¹, Burak SEÇER^{1*}, Erdoğan ÇİÇEK¹, Sevil SUNGUR²¹Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Nevşehir-Türkiye²Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Nevşehir-Türkiye*Sorumlu Yazar: buraksecer50@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 27 Eylül 2020; Kabul 15 Aralık 2020; Basım 01 Haziran 2021.

Alıntı: Kelleçi, M., Seçer, B., Çiçek, E. & Sungur, S. (2021). Aksaray İli (Türkiye) İhtiyofaunası. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 279-289. <https://doi.org/10.22392/actaqua.800582>

Özet

Aksaray ili ihtiyofaunasını belirlemek amacıyla Eylül 2015-Ağustos 2018 tarihleri arasında yapılan arazi çalışmaları sonucunda Aksaray ilinde 11 familyaya ait 19 tür tespit edilmiştir. Bunlar; *Anatolichthys anatoliae*, *Atherina boyeri*, *Capoeta mauricii*, *C. tinca*, *Cobitis turcica*, *Cyprinus carpio*, *Gambusia holbrooki*, *Gobio gymnostethus*, *Oxynoemacheilus eregliensis*, *O. angorae*, *Oncorhynchus mykiss*, *Paraphanius similis*, *Pseudophoxinus crassus*, *Sander lucioperca*, *Seminemacheilus ekmekciae*, *Silurus glanis*, *Squalius cappadocicus*, *S. porsakensis* ve *Tinca tinca*. Bu türlerden *A. anatoliae*, *P. similis*, *C. mauricii*, *C. tinca*, *C. turcica*, *G. gymnostethus*, *O. eregliensis*, *O. angorae*, *P. crassus*, *S. cappadocicus*, *S. porsakensis* ve *S. ekmekciae* endemik türlerdir. *Squalius porsakensis*, *C. tinca*, *O. mykiss*, *O. angorae* ve *G. holbrooki* ise il için yeni kayıt niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tath su balıkları, Konya Kapalı Havzası, Kızılırmak Havzası, Tuz Gölü, Mamasın Barajı

Ichthyofauna of Aksaray Province (Turkey)

Abstract

As a result of the field studies carried out between September 2015 and August 2018, 19 species, including 11 families, were identified to determine the Ichthyofauna of Aksaray. These are *Anatolichthys anatoliae*, *Atherina boyeri*, *Capoeta mauricii*, *C. tinca*, *Cobitis turcica*, *Cyprinus carpio*, *Gambusia holbrooki*, *Gobio gymnostethus*, *Oxynoemacheilus eregliensis*, *O. angorae*, *Oncorhynchus mykiss*, *Paraphanius similis*, *Pseudophoxinus crassus*, *Sander lucioperca*, *Seminemacheilus ekmekciae*, *Silurus glanis*, *Squalius cappadocicus*, *S. porsakensis*, and *Tinca tinca*. Of these species, *A. anatoliae*, *P. similis*, *C. mauricii*, *C. tinca*, *C. turcica*, *G. gymnostethus*, *O. eregliensis*, *O. angorae*, *P. crassus*, *S. cappadocicus*, *S. porsakensis*, and *S. ekmekciae* are endemic species. *Squalius porsakensis*, *C. tinca*, *O. mykiss*, *O. angorae*, and *G. holbrooki* species are new records for the province.

Keywords: Freshwater fishes, Konya Closed Basin, Kızılırmak Basin, Salt Lake, Mamasın Dam Lake

GİRİŞ

Türkiye, Avrupa ve Orta Doğunun en zengin biyolojik çeşitliliğe sahip ülkelerinden biri olup Avrupa kıtasındaki biyolojik çeşitlilik sıralamasında dokuzuncu sırada yer alır. Ülkenin 7 coğrafi bölgesinin her biri ayrı iklim, flora ve fauna özellikleri göstermektedir. Türkiye'nin coğrafi yapısının bu farklılığı, endemizm ve genetik çeşitlilik bakımından zengin bir yapı göstermesini sağlar (Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2020).

Türkiye iç su kaynakları bakımından zengin olmasının yanı sıra tür çeşitliliği anlamında da oldukça büyük bir potansiyele sahiptir. İç sularımızdaki güncel çalışmalar göz önüne alındığında yeni tür bildirimleri, sinonimlikler, yeni kayıtlar ve revizyonlarla birlikte Türkiye'de dağılım gösteren tür sayısının 400'e yakın olduğu tespit edilmiştir (Çiçek vd., 2015, 2018, 2020; Bektaş vd., 2020; Güçlü vd., 2020; Seçer vd., 2020; Bayçelebi vd., 2021). Söz konusu türlerin yarısından fazlası ülkemiz için endemiktir (Çiçek vd., 2018, 2020).

İç Anadolu Bölgesinin Orta Kızılırmak bölgesinde yer alan Aksaray'ın, kuzeyinde Kırşehir ve Ankara, doğusunda Nevşehir, güneydoğusunda Niğde, güneyinde Konya, kuzeybatısında Tuz Gölü bulunmaktadır. İl sınırlarındaki su kaynaklarının büyük bir kısmı Konya Kapalı havzası içerisinde kalmakta olup çok az bir kısmı Kızılırmak havzasına dahildir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda ilin balık faunasının belirlenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Farklı kaynaklarda belirtilen 14 türün dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Ekmekçi ve Kırankaya, 2010; Özuluğ ve Freyhof, 2011; Altınşaçlı vd., 2014; Kırankaya vd., 2014; Yoğurtçuoğlu vd., 2020; Kurtul ve Sarı, 2020).

Bu çalışmada Aksaray ili iç su kaynaklarında dağılım gösteren balık türlerinin bir listesinin hazırlanması, söz konusu türler için önem arz eden ekosistemlerin belirlenmesi, endemizm durumları ve türlerin koruma statüleri ile birlikte koruma önerilerine yer verilmesi amaçlanmıştır.

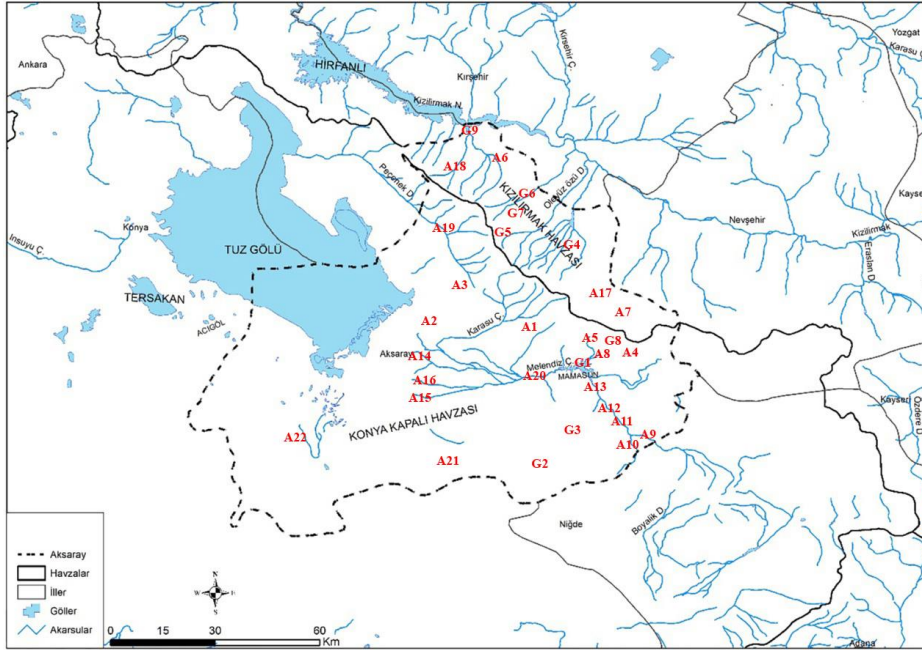
MATERYAL ve YÖNTEM

Aksaray İli balık faunasının belirlenmesi amacıyla Eylül 2015-Ağustos 2018 tarihleri arasında arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Aksaray İli'nde yer alan en önemli akarsu kaynağı Melendiz Dağlarından doğan Melendiz Çayı olup Mamasın Barajı'na dökülmektedir. Karasu Çayıda Gülağaç güzergâhından doğarak Çatalısu mevkiinde baraja dökülmektedir. Bunların dışında Ekecik ve Peçeneközü dereleri güneydoğuda, Helvadere kaynakları güneyde, Eşmekaya pınarı batıda, Öteyüz ve İnatlı dereleri ise doğuda bulunur. İldeki en önemli durgun su ekosistemi ise içme ve tarımsal sulama amaçlı olarak kullanılan Mamasın Barajıdır (ÇSB, 2016).

Örnekleme istasyonları Google Earth Pro programı kullanılarak uydu görüntüleri üzerinden belirlenmiş olup arazi çalışması süresince revize edilmiş ve toplamda 31 noktadan örnekleme yapılmıştır (Şekil 1, Tablo 1). Akarsu noktalarında balık örneklerinin toplanmasında TS EN 14011 ve TS EN 14962, göl için ise TS EN 14757 standartları dahilindeki yöntemler esas alınmıştır. Örnekleme çalışmalarında elektroşoker (SAMUS 725MP) ve her biri 2,5m olmak üzere 12 farklı (5-6,25-8-10-12,5-15,5-19,5-24-29-35-43-55 mm, koldan kola) göz açıklığına sahip panellerden oluşan 30 m uzunluğa sahip uzatma ağıları kullanılmıştır. Örnekleme istasyonlarının koordinatları ve rakım değerleri kaydedilmiş, alanların genel ekolojik özellikleri not edilmiş ve örneklenen bireylerin fotoğrafları çekilmiştir. Bu işlemlerden sonra morfometrik ve meristik özelliklerin belirlenmesi ve tür tayinlerinin yapılması amacı ile örnekler %10'luk formaldehit çözeltisinde tespit edildikten sonra %4'lük formaldehit çözeltisinde muhafaza edilerek Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Hidrobiyoloji Laboratuvarına getirilip tür teşhisleri Bogutskaya (1997), Naseka vd. (2006), Özuluğ ve Freyhof (2011)'e göre yapılmıştır. Sistematik kategorileri için Stout vd. (2016), Tan ve Armbruster (2018) ve Fricke vd. (2020) takip edilmiştir. Tespit edilen türlerin IUCN tehlike kategorileri kontrol edilmiştir (IUCN, 2019).

İstasyonlarda tespit edilen türlerin popülasyon durumu özgün olarak oluşturulan üç kategori şeklinde değerlendirilmiştir. Bunlar; P1) Nadir: İstasyonda nadiren rastlanıyor ve farklı örnekleme dönemlerinin tamamında rastlanmıyor, P2) Orta: İstasyonda yoğun olarak rastlanmıyor ancak farklı örnekleme dönemlerinin tamamında rastlanıyor, P3) Yoğun: İstasyonda yoğun şekilde dağılım gösteriyor ve farklı örnekleme dönemlerinin tamamında rastlanıyor.



Şekil 1. Çalışma alanını gösteren harita

Tablo 1. Örnekleme istasyonlarına ait koordinatlar (G: Göl, A: Akarsu istasyonu)

Istasyon No	Istasyon İsmi	Enlem	Boylam
G1	Mamasın Barajı	38°24'30.5"K	34°10'33.2"D
G2	Helvadere Baraj Gölü	38°11'55.8"K	34°12'38.8"D
G3	Güzelyurt Göleti	38°16'24.2"K	34°21'15.0"D
G4	Çetin Göleti	38°39'13.3"K	34°08'15.2"D
G5	Balcı Göleti	38°42'07.6"K	34°03'36.2"D
G6	Bozkır Barajı	38°45'46.4"K	34°05'06.5"D
G7	Ortaköy Göleti	38°44'40.4"K	34°04'53.1"D
G8	Bahlıklı Göl	38°23'46.7"K	34°21'59.9"D
G9	Hirfanlı Barajı	39°02'10.4"K	33°55'23.6"D
A1	Ağzıkarahan Kaynak Kanalı	38°27'15.3"K	34°08'55.9"D
A2	Çimeli Kaynak Kanalı	38°29'01.1"K	33°54'36.0"D
A3	Nurgöz Kaynak Kanalı	38°33'28.4"K	33°59'33.7"D
A4	Bozkır Barajı Giren Kol	38°45'40.1"K	34°04'53.0"D
A5	Peçenek Deresi	38°45'30.4"K	34°04'19.4"D
A6	Höşür Deresi Yan Kol	38°50'45.1"K	34°08'35.0"D
A7	Gülpinar Kaynak Kanalı	38°24'18.2"K	34°22'22.8"D
A8	Gülağaç Kaynak Kanalı	38°23'44.3"K	34°21'39.8"D
A9	Melendiz Çayı/İlisu	38°13'56.5"K	34°20'37.8"D
A10	Melendiz Çayı/Belisırma	38°16'00.9"K	34°17'17.9"D
A11	Melendiz Çayı/Selime	38°19'33.6"K	34°14'26.1"D
A12	Melendiz Çayı/İhlara Vadisi	38°15'02.2"K	34°18'40.6"D
A13	Melendiz Çayı/Aksaray Merkez	38°21'50.8"K	33°57'43.2"D
A14	Melendiz Çayı/Doğantarla	38°21'52.1"K	34°13'09.2"D
A15	Sağlık Köyü Kaynak Kanalı	38°17'16.3"K	34°03'05.5"D
A16	Yeşilova Kaynak Kanalı	38°24'05.2"K	33°53'45.1"D
A17	Alaçoraközü Deresi	38°36'48.3"K	34°17'17.9"D
A18	Küçükhortu Deresi	38°59'12.8"K	33°54'09.2"D
A19	Höşür Deresi	38°49'23.5"K	34°07'29.4"D
A20	Ulurmak Deresi	38°24'01.7"K	34°07'20.5"D
A21	Helvadere Baraj Girişi	38°11'55.8"K	34°12'38.8"D
A22	Büget Köyü Kaynak Kanalı	38°18'48.4"K	33°27'08.2"D

BULGULAR

Arazi çalışmaları 9 göl ve 22 akarsu istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları süresince 6 tür ile en fazla çeşitlilik Ihlara Vadisi'nde görülürken Ağzıkarahan kaynak kanalı (A1), Çimeli kaynak kanalı (A2), Nurgöz kaynak kanalı (A3), Höşür Deresi yan kolu (A6) ve Yeşilova kaynak kanalında (A16) herhangi bir türe rastlanmamıştır.

Çalışma süresince 11 familyaya (Atherinidae (1 tür), Cobitidae (1 tür), Cyprinidae (3 tür), Aphaniidae (2 tür), Gobionidae (1 tür), Leuciscidae (3 tür), Percidae (1 tür) Poeciliidae (1 tür), Salmonidae (1 tür), Siluridae (1 tür), Tincidae (1 tür) ve Nemacheilidae (3 tür)) ait toplam 19 tür elde edilmiştir (Şekil 2-18). Çalışma sonucunda tespit edilen türlerin istasyonlara göre dağılımları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Tespit edilen türlerin istasyonlara göre dağılımı (familyalar alfabetik olarak sıralanmıştır)

Tür	IUCN	Bulunma Şekli	İstasyonlar	Popülasyon Durumu
Atherinidae				
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	LC	İstilacı	A20	P1
Aphaniidae				
<i>Anatolichthys anatoliae</i> (Leidenfrost, 1912)	NT	Endemik	A13, A14, A15	P2
<i>Paraphanius similis</i> (Akşiray 1948)	NE	Endemik	G1	P2
Cobitoidae				
<i>Cobitis turcica</i> Hankó, 1925	EN	Endemik	A11, A12, A20	P2
Cyprinidae				
<i>Capoeta mauricii</i> Küçük, Turan, Şahin & Gülle, 2009	EN	Endemik	A10, A12	P2
<i>Capoeta tinca</i> (Heckel, 1843)	LC	Endemik	A18, G9	P1
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	VU	Doğal	G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9	P3
Gobionidae				
<i>Gobio gymnostethus</i> Ladiges, 1960	CR	Endemik	A7, A10, A11, A12, A14, A15, A18, A21, G1	P3
Leuciscidae				
<i>Squalius cappadocicus</i> Özuluğ & Freyhof, 2011	CR	Endemik	A4, A5, A8, A9, A10, A11, A12, A19, A20, G5, G7, G8	P3
<i>Squalius pursakensis</i> Hanko, 1925	LC	Endemik	A18, G9	P1
<i>Pseudophoxinus crassus</i> (Ladiges, 1960)	EN	Endemik	A7, A8, A12, A14, A15, G8	P2
Nemacheilidae				
<i>Oxynoemacheilus angorae</i> (Steindachner, 1897)	LC	Endemik	A17, A18	P1
<i>Oxynoemacheilus eregliensis</i> (Bănărescu & Nalbant, 1978)	VU	Endemik	A10, A11, A12, A14, A15, A19, A21	P3
<i>Seminemacheilus ekmekciae</i> Yoğurtçuoğlu, Kaya, Geiger & Freyhof, 2020	NE	Endemik	A22	P1
Percidae				
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	LC	Doğal	G1, G9	P1
Poeciliidae				
<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	LC	İstilacı	G1, A7	P1
Salmonidae				
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	NE	İstilacı	A18	P1
Siluridae				
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	LC	Doğal	G9	P1
Tincidae				
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	LC	Doğal	G8, G9	P2



Şekil 2. *Atherina boyeri* (74,9 mm SB, Ulurmak Deresi)



Şekil 3. *Anatolichthys anatoliae* (42,2 mm SB, Melendiz Çayı)



Şekil 4. *Capoeta mauricii* (98,5 mm SB, Melendiz Çayı)



Şekil 5. *Capoeta tinca* (118,1 mm SB, Büyükhortu Nehri)



Şekil 6. *Cobitis turcica* (92,4 mm SB, İhlara Vadisi)



Şekil 7. *Cyprinus carpio* (122,9 mm SB, Mamasın Barajı)



Şekil 8. *Gambusia holbrooki* (6,2 mm SB, Mamasın Barajı)



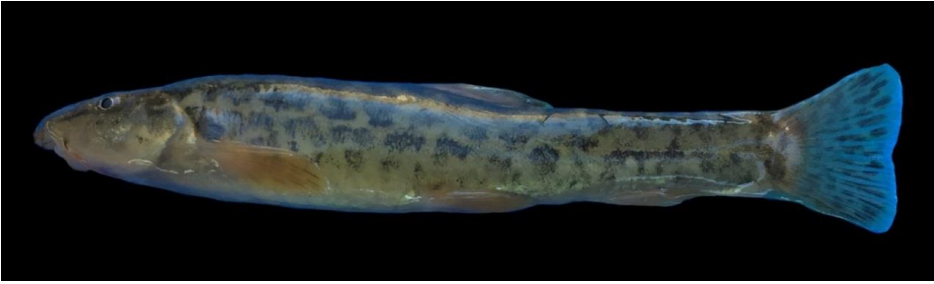
Şekil 9. *Gobio gymnostethus* (132,4 mm SB, Melendiz Çayı)



Şekil 10. *Oncorhynchus mykiss* (115 mm SB, Büyükhortu Nehri)



Şekil 11. *Oxynoemacheilus angorae* (82,6 mm SB, Alaçoraközü Deresi)



Şekil 12. *Oxynoemacheilus eregliensis* (89,6 mm SB, Melendiz Çayı)



Şekil 13. *Paraphanius similis* (52,5 mm SB, Mamasın Barajı)



Şekil 14. *Pseudophoxinus crassus* (74,6 mm SB, Gülpınar Kaynak Kanalı)



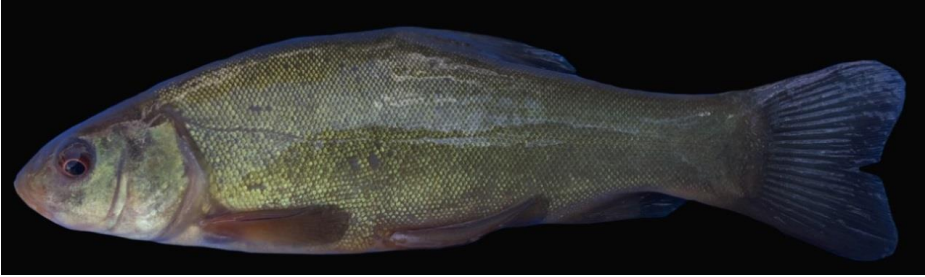
Şekil 15. *Sander lucioperca* (147 mm SB, Mamasın Barajı)



Şekil 16. *Squalius cappadocicus* (134,7 mm SB, Peçenek Deresi)



Şekil 17. *Squalius pursakensis* (125,7 mm SB, Büyükhortu Nehri)



Şekil 18. *Tinca tinca* (139,9 mm SB, Balıklı Göl)



Şekil 19. *Semimacheilus ekmekciae* (115 mm SB, Bütet Kaynak Kanalı)

Arazi çalışmaları sonucunda tespit edilmiş olan *S. pursoriensis*, *C. tinca*, *O. mykiss*, *O. angorae* ve *G. holbrooki* türlerine daha önceki çalışmalarda rastlanmamış olup bu türler il için yeni kayıt niteliğindedir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Örnekleme çalışmaları sonucunda Aksaray İli sınırları içerisinde 19 balık türünün dağılımı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu türlerden *A. boyeri*, *G. holbrooki* ve *O. mykiss* türleri istilacı türlerdir. *Squalius pursoriensis*, *C. tinca*, *S. glanis*, *O. mykiss* ve *O. angorae* türleri Kızılırmak Havzası elemanları olup diğer 12 tür ise Konya Kapalı Havzası fauna elemanlarından oluşmaktadır.

Aksaray İli'nde daha önce yapılmış kapsamlı bir ihtiyofauna çalışmasına rastlanmamıştır. Farklı çalışmalarda *Esox lucius*, *Alburnus alburnus* ve *Scardinius erythrophthalmus* türlerine yer verilmiştir (Altınsoçlu vd., 2014; Ekmekçi ve Kırankaya, 2010; Özuluğ ve Freyhof, 2011). Ancak bu çalışmada söz konusu türlerin hiç birisine rastlanmamıştır. Nitekim *S. erythrophthalmus* türü coğrafik dağılımı gereği il sınırları içerisinde bulunması mümkün değildir. Altınsoçlu vd. (2014) Balıklı ve Kayı göllerinde *S. erythrophthalmus* türünün dağılımı gösterdiğini bildirmişlerdir. Söz konusu tür Batı Anadolu ve Trakya'da dağılım gösteren bir türdür. Balıklı ve Kayı göllerinde yapılan bu çalışma faunastik bir çalışma olmayıp makrofit ile alakalı bir çalışmadır. Bu nedenle balık türlerine ait teşhislerin yanlış tanımlanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yine Altınsoçlu vd. (2014) tarafından bildirilen *Alburnus* cinsine mensup herhangi bir türe de rastlanmamıştır. Söz konusu türün tip lokalitesi Avrupa olup Türkiye'de Meriç-Ergene ve Marmara havzalarında dağılım göstermektedir (Çiçek vd., 2015). Tip lokalitesi ve dağılım alanı düşünüldüğünde bu çalışmada *A. alburnus* olarak bildirilen türün yanlış tanımlanmış olabileceği düşünülmektedir.

Esox lucius türü ülkemizin farklı bölgelerine taşınmış ve istilacı özellik taşıyabilecek ve ekosistemde dramatik değişikliklere sebep olabilecek türlerden birisidir. Bölge halkıyla yapılan görüşmelerde türün bölgede hiç görülmediği teyit edilmiştir. Her ne kadar yapmış olduğumuz örnekleme çalışmalarında rastlanmamış olsa da bu türün detaylı çalışmalarla takip edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Aksaray İli sınırlarında istilacılık potansiyeli yüksek olan *A. boyeri* ve *G. holbrooki* türlerine rastlanmıştır (Tarkan vd., 2014). *Atherina boyeri* türüne Mamasın ve Hirfanlı Barajında rastlanmıştır. Mamasın barajındaki balıkçılar ile yapılan görüşmeler sonucunda *Atherina boyeri* popülasyonunun sanılanın aksine düşük olduğu ve bu türün ticari avcılığının yapılmasını gerektirecek bir popülasyon yoğunluğunun bulunmadığı söylenebilir. İl için yeni kayıt niteliği taşıyan *G. holbrooki* türüne ise düşük bir popülasyon yoğunluğunda Mamasın Barajı (G1) ve Gülpınar Kaynak Kanalı (A7) örnekleme noktalarında rastlanmıştır. İç sulardaki biyoçeşitliliği tehdit eden unsurlardan biri olan istilacı türler endemizm oranı (*A. anatoliae*, *C. mauricii*, *C. tinca*, *C. turcica*, *G. gymnotethus*, *O. eregliensis*, *O. angorae*, *P. similis*, *P. crassus*, *S. ekmekciae*, *S. pursoriensis* ve *S. cappadocicus*) yüksek olan bölge için tehdit oluşturmaktadır. Tespit edilen türlerin istilacılık potansiyelinin çok yüksek olduğu bilindiğinden kontrol edilmesine yönelik tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Tuz Gölü havzasında bulunan ve *A. anatoliae* türü için uygun habitat özelliklerine sahip Eşmekaya Sazlıkları gibi sulak alanların büyük bir kısmı günümüzde artık tamamen kurumuştur. Bu nedenle şu anda söz konusu türün il içerisinde dar bir alanda sadece drenaj kanallarında sıkışıp kaldığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra bölgede istilacı türlerin bulunması da bir tehdit oluşturmaktadır.

Özuluğ ve Freyhof (2011) tarafından *S. cappadocicus*'un tip lokalitesi Melendiz Çayı İhlara bölgesi olarak bildirilmiştir. Tür üzerindeki tehditler düşük yağış miktarı, dağılım alanının kısıtlı olması, yaz döneminde akarsuların seviyesinin azalması ve hatta kuruması şeklinde sıralanmıştır (Freyhof, 2014). Melendiz Çayı'nın Aksaray ve Niğde illerinde kalan bölgelerinde yürütülen arazi çalışmaları sırasında türün Freyhof (2014) tarafından belirtilen alandan çok daha geniş bir alanda dağılım gösterdiği, türün dağılımı gösterdiği alanlarda sorunsuz bir şekilde üreyebildiği, kirlilik, habitat kaybı vb. gibi antropojenik etkilerin düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir.

Kirliliğe karşı toleransı düşük demersal bir tür olan *G. gymnotethus*'un dar bir alanda (Melendiz Çayı'nın temiz kısımları) dağılımı gösterdiği gözlemlenmiştir. Söz konusu türün habitatının korunmasına yönelik çalışmaların yapılmasının gerektiği düşünülmektedir.

Capoeta mauricii İç Anadolu Bölgesi, Beyşehir Gölü drenajında Küçük vd. (2009) tarafından morfometrik karakterler kullanılarak tanımlanmıştır. Özdemir (2013) yapmış olduğu tez çalışmasında

morfometrik ve meristik karakterler bakımından *C. mauricii*'nin *C. pestai*'nin varyasyon aralığı içerisinde olduğunu belirtmiş ve söz konusu türün *C. pestai*'nin sinonimi olduğunu ileri sürmüştür. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda ise morfometrik ve moleküler veriler söz konusu durumu doğrulamaktadır (Geiger vd., 2014; Alwan vd., 2016; Özdemir 2013; Özeren vd., 2019). Bu çalışma kapsamında Melendiz Çayı'nın Selime ve Belisırma bölgelerinde örneklenen *Capoeta* popülasyonları morfometrik ve meristik karakterler bakımından detaylı bir şekilde incelenmiştir ve karakterlerin *C. pestai* ile örtüştüğü gözlemlenmiştir. Ancak *C. mauricii* türünün halen geçerli tür olması nedeniyle listede *C. pestai* türüne yer verilmemiştir.

Aşırı avcılık, sulak alanların zararlı olduğu bakış açısı ile ve tarım alanı olarak değerlendirilmesi amaçları ile kurutulmaya çalışılması, baraj ve HES yapımlarında tür dağılımlarının dikkate alınmaması, tarımda düzensiz ve aşırı pestisit ve herbisit kullanımları iç su ekosistemlerini tehdit eden temel sorunlardır. Aksaray İli için de bu tehditlerin pek çoğundan bahsedilebilir. Bölgedeki başlıca sorunlar büyük ve küçük ölçekli fabrikaların sularını arıtım yapmadan deşarj etmesi, kanalizasyon şebekelerinin eksikliği, evsel atıkların arıtım yapılmadan deşarj edilmesi ve bölgede yapılan yoğun tarım sonucunda kullanılan zirai atıklardır. Ayrıca zaten kısıtlı olan akarsu önlerine bentler çekilerek suyun tarımsal faaliyetlerde kullanılması Aksaray il sınırları içerisinde sıklıkla karşılaşılan bir sorundur ve bu durum hakkında önlemlerin alınması türler üzerindeki baskıyı hafifletmede büyük önem taşımaktadır.

Endemizm oranı yüksek olan ve kısıtlı bir dağılım alanına sahip olan hassas türlerin bulunduğu bölge için evsel ve tarımsal alanlardan kaynaklanan kirlilik yükünün azaltılmasına yönelik önlemlerin alınması büyük önem taşımaktadır. Su kaynaklarına yapılan bilinçsiz müdahalelerin önüne geçilerek, özellikle endemik ve düşük toleranslı doğal türlerin habitat kaybının önlenmesi mümkün olacaktır. Aksaray İli su kaynaklarındaki istilacı balık türlerinin de takip edilmesi yerli ve endemik türlerin korunması bakımından önem taşımaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma Aksaray İli İhtiyofaunası başlıklı, birinci yazara (Muhammed KELLEÇİ) ait olan yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır. Çalışma kapsamındaki örneklemelerin bir bölümü ise Aksaray İli Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi kapsamında toplanmıştır. Bu nedenle T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı 8. Bölge Müdürlüğü, Aksaray Şube Müdürlüğü personeline teşekkür etmek isteriz.

KAYNAKLAR

- Altınışa, S., Altınışa, S., & Pacal, F.P. (2014). Macrophytic flora of the lakes Balikli and Kayi in Gulagac District, Aksaray, Turkey. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 4, 13-21.
- Alwan, N., Esmaili, H.R., & Krupp, F. (2016). Molecular Phylogeny and Zoogeography of the *Capoeta damascina* Species Complex (Pisces: Teleostei: Cyprinidae). *PLoS ONE*, 11(6). doi:10.1371/journal.pone.0156434
- Bayçelebi, E., Kaya, C., Turan, D., & Freyhof, J. (2021). *Garra orontesi*, a new species from the Orontes River drainage (Teleostei: Cyprinidae). *Zootaxa* 4352(2):169-180
- Bektaş, Y., Aksu, İ., Kaya, C., Bayçelebi, E., Küçük, F., & Turan, D. (2020). Molecular systematics and phylogeography of the genus *Alburnus* Rafinesque, 1820 (Teleostei, Leuciscidae) in Turkey. *Mitochondrial DNA Part A*, 1-12. https://doi.org/10.1080/24701394.2020.1791840
- Bogutskaya, N.G. (1997). Contribution to the knowledge of Leuciscinae fishes of Asia Minor. Part 2. An annotated check-list of leuciscinae fishes (Leuciscinae, Cyprinidae) of Turkey with description of a new species and two new subspecies. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 4,161-168.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2016). Aksaray İli 2015 yılı çevre durum raporu, ÇSB, Aksaray.
- 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.
- Çiçek, E., Sungur, S., & Fricke, R. (2020). Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020. *Zootaxa*, 4809(2), 241-270. doi: 10.11646/zootaxa.4535.1.1
- Ekmekçi, F.G., & Kirankaya, Ş.G. (2010). Threatened fishes of the world: *Pseudophoxinus crassus* (Ladiges, 1960) Cyprinidae, from Central Anatolia. Turkey. *Environmental Biology of Fishes*, 87,11-12. doi: 10.1007/s10641-009-9563-7.

- Freyhof, J. (2014). *Squalius cappadocicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. doi.org/10.2305/IUCN.UK.20141.RLTS.T19451241A19849516.en
- Fricke, R., Eschmeyer, W.N., & van der Laan, R. (2020). Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Available from: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. (25.3.2020).
- Geiger, M.F., Herder, F., Monaghan, M.T., Almada, V., Barbieri, R., Bariche, M., Berrebi, P., Bohlen, J., Casal-Lopez, M., Delmastro, G.B., Denys, G.P.J., Dettai, A., Doadrio, I., Kalogianni, E., Kärst, H., Kottelat, M., Kovacic, M., Laporte, M., Lorenzoni, M., Marcic, Z., Özuluğ, M., Perdices, A., Perea, S., Persat, H., Porcelotti, S., Puzzi, C., Robalo, J., Šanda, R., Schneider, M., Šlechtová, V., Stoumboudi, M., Walter, S., & Freyhof, J. (2014). Spatial heterogeneity in the Mediterranean biodiversity hotspot affects barcoding accuracy of its freshwater fishes. *Molecular Ecology Resources*, 14, 1210-1221.
- Güçlü, S.S., Kalaycı, G., Küçük, F., & Turan, D. (2020). *Barbus xanthos*, a new barbel from the south-eastern Aegean basin (Teleostei: Cyprinidae). *J Fish Biol*, 96(6), 1309-1319.
- IUCN. (2019). IUCN Red List of threatened species. International Union for the Conservation of Nature, Version 12. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org>
- Kırankaya, Ş.G., Ekmekçi, F.G., Yalçın-Özdilek, Ş., Yoğurtçuoğlu, B., & Gençoğlu, L. 2014. Condition, length-weight and length-length relationships for five fish species from Hirfanlı Reservoir, Turkey. *Journal of FisheriesSciences*, 8(3), 208-213.
- Kurtul, I., & Sarı, H.M. (2020). Length-Weight Relationships of *Paraphanius similis* in Mamasın and Seyhan Reservoirs (Turkey). *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 336-345.
- Küçük, F., Turan, D., Şahin, C., & Güllü, İ. (2009). *Capoeta mauricii* n. sp., a new species of cyprinid fish from Lake Beyşehir, Turkey. *Zoology in the Middle East*, 47, 1, 71-82. DOI: 10.1080/09397140.2009.10638349
- Naseka, A.M., Erk'akan, F., & Küçük, F. (2006). A description of two new species of the genus *Gobio* from Central Anatolia (Turkey) (Teleostei: Cyprinidae). *Zoosystematica Rossica*, 15(1), 185-194.
- Özdemir, F. (2013). Türkiye'deki *Capoeta* (Teleostei: Cyprinidae) cinsine ait tür ve alttürlerin klasik ve moleküler sistematik yöntemler kullanılarak revizyonu. Hacettepe Üniversitesi, Biyoloji Anabilim dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Özeren, S.C., Özdemir, F., & Erkakan, F. (2019). New Record and comparison of some morphometric characters of an endemic species *Capoeta pestai* (Pietschmann, 1933) (Pisces: Cyprinidae) populations in Central Anatolia. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 47(2), 209-216.
- Özuluğ, M., & Freyhof, J. (2011). Revision of the genus *Squalius* in Western and Central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22, 107-148.
- Seçer, B., Sungur, S., Çiçek, E., & Ceylan, M.Ç. (2020). Niğde İli (Türkiye) İhtiyofaunası. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 6(3): 238-250.
- Stout, C.C., Tan, M., Lemmon, A.R., Lemmon, E.M., & Armbruster, J.W. (2016). Resolving Cypriniformes relationships using an anchored enrichment approach. *BMC Evolutionary Biology*, 16, 244. doi: <https://doi.org/10.1186/s12862-016-0819-5>
- Tan, M., & Armbruster, J.W. (2018). Phylogenetic classification of extant genera of fishes of the order Cypriniformes (Teleostei: Ostariophysi). *Zootaxa*, 4476(1), 006-039. doi: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4476.1.4>.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. (2020). Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veritabanı. [Erişim tarihi 2020 May 16]. Erişim adresi <http://www.nuhungemisi.gov.tr/>
- Tarkan, A.S., Ekmekçi, F.G., Vilizzi, L., & Copp, G.H. (2014). Risk screening of nonnative, freshwater fishes at the frontier between Asia and Europe: First application in Turkey of the fish invasiveness screening kit. *Journal of Applied Ichthyology*, 30, 392-938. doi: 10.1111/jai.12389.
- Yoğurtçuoğlu, B., Kaya, C., Geiger, M.F., & Freyhof, J. (2020). Revision of the genus *Seminemacheilus*, with the description of three new species (Teleostei: Nemacheilidae). *Zootaxa*, 4802(3), 477-501.

Antibiotic and Heavy Metal Resistance of *Escherichia coli* Strains Isolated from the Seve Dam, and Konak Pond, Kilis, TurkeyHatice Aysun MERCİMEK TAKCI^{1*}, Sevil TOPLAR², Melis SUMENGEN ÖZDENEFE³¹Kilis 7 Aralık University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, 79000 Kilis, Turkey²Kilis 7 Aralık University, Institute of Science and Technology, 79000 Kilis, Turkey.³Near East University, Faculty of Engineering, Department of Biomedical Engineering, Nicosia, North Cyprus via Mersin 10 Turkey.*Corresponding Author: mersimek@hotmail.com

Research Article

Received 29 September 2020; Accepted 19 November 2020; Release date 01 June 2021.

How to Cite: Mercimek Takcı, H. A., Toplar, S., & Sumengen Özdenefe, M. (2021). Antibiotic and heavy metal resistance of *Escherichia coli* strains isolated from the Seve Dam, and Konak Pond, Kilis, Turkey. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 290-297. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.801564>**Abstract**

Pollution of surface waters with coliform bacteria having antibiotic and heavy metal resistance has become an increasing public health risk. For this reason, antibiotic and heavy metal resistance profiles of fecal microorganisms in surface water samples collected from two different points (Seve Dam and Konak Pond, Kilis, Turkey) were analyzed in this study. The various physicochemical parameters such as pH, Temperature, Total Dissolved Solids (TDS), Electrical Conductivity (EC) of samples were also examined. The total coliform load in each sample was >1100 (MPN)/100 mL. As fecal indicator microorganisms, 21 *Escherichia coli* strains were isolated from sampling points. Despite the high coliform contamination, the multiple antibiotic resistance (MAR) index of *E. coli* was recorded as 0.187. The multiple heavy metal resistance (MHMR) index (0.202) was remarkably higher than the MAR value. Most isolates showed minimal inhibition concentrations (MIC) in the range of 25-1.600 µg/mL based on concentrations of heavy metals. These results indicate that surface waters may be discharge points of industrial and domestic wastewaters

Keywords: Antibiotic, Heavy metal resistance, Coliform pollution, Water quality.**Konak Göleti ve Seve Barajı'ndan, (Kilis, Türkiye) izole edilen *Escherichia coli* suşlarının antibiyotik ve ağır metal dirençliliği****Özet**

Antibiyotik ve ağır metal dirençliliği gösteren koliform bakterilerle yüzeysel suların kirliliği artan bir halk sağlığı riski oluşturmaktadır. Bu nedenle, çalışmamızda Kilis İlinde iki farklı bölgeden (Seve Barajı ve Konak Göleti) toplanan yüzeysel suyu örneklerindeki fekal bakterilerin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik profilleri araştırılmıştır. Örneklerin pH, sıcaklık, toplam çözünmüş katı madde (TDS) ve elektrik iletkenlik (EC) gibi çeşitli fizikokimyasal değişkenleri incelenmiştir. Her örnekteki total koliform sayısı >1100 (EMS)/100 mL'dir. Örnek noktalarında fekal kirliliğin indikatörü olarak 21 *Escherichia coli* suşu izole edilmiştir. Yüksek koliform kirliliğine karşın, *E. coli* izolatlarının çoklu antibiyotik direnç (ÇAD) indeksi 0.187 olarak kaydedilmiştir. Çoklu ağır metal direnç (ÇAMD) indeksi (0.202) ise çoklu antibiyotik direncinden yüksek bulunmuştur. Çoğu izolatin 25-1.600 µg/mL aralığında minimum inhibisyon konsantrasyon gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar yüzeysel suların endüstriyel ve evsel atıksuların etkisi altında olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik, Ağır metal direnç, Koliform kirliliği, Su kalitesi**INTRODUCTION**

Increased interaction between human and domestic animals adversely affects wildlife and ecosystem such as soil and surface waters (Hacıoğlu et al., 2015). Especially surface waters often are polluted with waste products of industrial, hospitals, and pharmaceutical companies. This is caused that surface waters are suitable environmental media for the growth of fecal coliform bacteria. The occurrence of coliform bacteria (*Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp. and *Serratia* spp.) in the water system such as brackish and fresh waters is indicated to contamination originated by human and animal feces (Dobrijević et al., 2017; Akkan and Topkaraoğlu, 2019).

As well as fecal contamination in water, the antibiotic resistance of bacterial pathogens as a factor of disease emergence is a serious and growing problem around the world (World Health Organization, [WHO] 2018; Eduardo-Correia et al., 2020). Antibiotics have been spread to the environment and pose a threat to the human society and ecosystems due to their large-scale usage in human healthcare, livestock management, and aquaculture (Li et al., 2020). However, most of the antibiotics performed to target organisms are poorly absorbed and released via feces or urine in the form of metabolites (Heuer et al., 2008). Though some of the excreted antibiotics and their metabolites can be degraded by abiotic and biotic pathways, the continuous-release may be caused to pseudo persistent antibiotics in the aquatic environments. (Wang et al., 2018). The untreated antibiotic wastes in the aquatic environments are contributed to the proliferation of bacteria having multiple antibiotic resistances increased virulence (Matyar et al., 2014; Akkan, 2017).

Metal contamination of aquatic environments often originates from mining activities, wood processing, shipping, dredging, urbanization, agrochemicals, and industrial processes (Jacquiod et al., 2018). Heavy metals toxicity and accumulation in surface waters are constituted a serious ecological hazard on wildlife and public health (Jie et al., 2016; Uncumusaoğlu et al., 2016). Akkan et al., (2011) had shown that an important proportion of gram-negative bacteria isolated from seawater contaminated with hospital waste discharge was resistant to cephalosporins and this situation carries a potential risk for public health. Tee and Najjah (2011) indicated that overdosing on antibiotics and chemical agents in prophylaxis may also be induced by antibiotic-heavy metal resistant bacteria. Similarly, George and Wan (2019) reported that antibiotic resistance linked to mobile genetics elements is co-occurred with heavy metal resistance in many bacteria. Bacterial metal resistance is associated with the precipitation of metals, presence of negatively charged groups in extracellular polymeric substances (EPSs), energy-dependent metal efflux systems, and metal volatilization via methyl or ethyl group addition (Matyar et al., 2014; Le and Yang, 2019).

This study is aimed to investigate physicochemical properties, the level of coliform pollution, the presence of *Escherichia coli*, antibiotic and heavy metal resistance of water-borne *E. coli* in surface waters obtained from the Seve Dam and Konak Pond, Kilis, Turkey.

MATERIAL AND METHODS

Collecting surface water samples

Surface waters were sampled in June 2020 from the Seve Dam and Konak Pond in Kilis. The geographic coordinates of the sampling sites were 37°14'46.1"E, 36°45'01.0"N (Site 1) and 37°13'30.2"E, 36°46'24.2"N (Site 2) (Fig. 1). Surface samples were collected by using 250-mL sterile bottles in accordance with APHA 2005. All samples were transported to the laboratory in an icebox and processed within 2-4 h.



Figure 1. Sampling location

Physicochemical properties of samples

Physicochemical properties such as the total dissolved solids (TDS), electrical conductivity (EC), pH and temperature of the surface water samples taken from 2 different sites were determined using HI 9812-5 Portable pH/EC/TDS/°C meter.

Bacteriological analyses

The level of coliform pollution of water samples was analyzed by the most probable number (MPN) method. Serial dilution of samples was inoculated including Lauryl Sulfate Broth (LST, Merck) in tubes and incubated at 37°C for 24-48 h. Following incubation, bacterial proliferation and gas bubbles collected in the inverted Durham tube present in tubes were examined. The presence of gas in tubes is showed to use the lactose in the medium by coliforms. In water samples, the number of total coliforms was calculated by counting the tubes giving positive reaction and comparing with standard statistical tables. For screening fecal coliform, 100 µL of positive tubes was transferred into the fresh LST and incubated at 44.5°C for 24-48 h. The gas formation in Durham tubes after incubation is revealed to the presence *E. coli* in surface water samples.

Endo C agar for isolation *E. coli* strains was used. 100 µL of the fecal coliform positive cultures was inoculated on Endo C agar and incubated at 37°C for 24-48 h. Subsequently, colony colors of *E. coli* were observed. On Endo C if *E. coli* is grown, a distinctive metallic green sheen will have occurred. Isolated colonies were identified by applying morphological (Gram staining and cell morphology) and standard microbiological (indole, methyl red, voges proskauer, citrate, and MUG (4-Methylumbelliferyl β-D-Glucuronide) agar test systems) procedures.

Antibiotic and Heavy Metal Resistance

Antibiotic resistance test was carried out on Mueller Hinton Agar (MHA) by Kirby-Bauer disc diffusion assay according to the Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI) guidelines (Bauer et al., 1966). 16 different commercial antibiotic including Ampicillin (AMP; 10 µg), Cefazolin (CZ; 30 µg), Cefepime (FEB; 30 µg), Cefixime (CFM; 5 µg), Cefoperazone (CEP; 75 µg), Ceftizoxime (ZOX; 30 µg), Chloramphenicol (C; 30 µg), Clindamycin (CD; 2 µg), Erythromycin (E; 15 µg), Gentamicin (GEN; 10 µg), Imipenem (IMP; 10 µg), Meropenem (MRP; 10 µg), Metronidazole (MT; 5 µg), Streptomycin (S; 10 mcg), Tetracycline (TE; 30 mcg) and Trimethoprim (TR; 5 µg) were tested for all strains. The turbidity of the overnight bacterial culture was adjusted to 0.5 McFarland standard reference range. Following the inoculation, the plates were incubated at 37°C for 12-24 h. Then, the diameter of the inhibition zone was measured and the results were evaluated as susceptible, intermediate resistant, or resistant by comparing to CLSI standard results (Table 1).

Table 1. Zone diameter interpretive criteria for testing antibiotic resistance (in terms of mm)

Standard antibiotics	Susceptible (S)	Intermediate (I)	Resistant (R)
Ampicillin	≥17	14-16	≤13
Cefazolin	≥23	20-22	≤19
Cefepime	≥18	15-17	≤14
Cefixime	≥19	16-18	≤15
Cefaperazone	≥21	16-20	≤15
Ceftizoxime	≥25	22-24	≤21
Chloramphenicol	≥18	13-17	≤12
Clindamycin	≥21	15-20	≤14
Erythromycin	≥23	14-22	≤13
Gentamicin	≥15	13-14	≤12
Imipenem	≥23	20-22	≤19
Meropenem	≥23	20-22	≤19
Metronidazole	≥21	16-21	≤16
Streptomycin	≥15	12-14	≤11
Tetracycline	≥15	12-14	≤11
Trimethporim	≥16	11-15	≤10

E. coli ATCC 25922 was used as the control for antibiotic and heavy metal resistance tests. The multiple antibiotic resistances (MAR) index of *E. coli* strains was calculated based on method declared by Krumperman (1983). The following formula was used:

MAR index = $X/(Y \times Z)$, where X is the total of antibiotic resistance cases, Y is the total antibiotic tested and Z is total isolates. A MAR index value ≤ 0.20 is observed that antibiotics are seldom or never used, whereas value > 0.2 is indicated that bacteria isolates are exposed to the antibiotics (Hacıoglu et al. 2015).

The minimal inhibitory concentration (MIC) for four heavy metals against *E. coli* isolates was tested. Heavy metal resistance of *E. coli* strains was detected by using Nutrient Agar (Merck) supplemented with concentrations ranging from 25 to 3.200 $\mu\text{g/mL}$ of Cd^{+2} , Cu^{+2} , Mn^{+2} and Pb^{+2} . The metals were used as CdCl_2 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ and $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Multiple heavy metal resistance index (MHMR) was calculated as defined above MAR index formula.

RESULTS and DISCUSSION

Physicochemical parameters of Seve Dam and Konak Pond surface waters are shown in Table 2. The pH values of the present study were within the standard limit (6.5-8.5) of Quality Criteria of Continental Surface Water Resources, Turkey.

Table 2. Physicochemical parameters of surface water samples

	Site 1	Site 2	Standard Limit (25730 Regulations, 2015 and WHO, 2008).
pH	8.2	8.2	6.5-8.5
Temperature	25°C	25°C	$\leq 25^\circ\text{C}$
TDS (mg/L)	190	170	max. 500
EC ($\mu\text{S/cm}$)	390	350	<400

These values of samples are revealed to the surface waters of Kilis were alkaline. This may be explained to discharge the industrial and agricultural effluents including alkali into the water sources. The alteration of water temperature such as increase, decrease or fluctuation can be caused to the slowdown, speedup, and/or stop together of metabolic activities. Because of this, water temperature is an important factor that affected the biological activity of aquatic organisms and the variety of aquatic life (Jannat et al., 2019). The temperature of water samples was determined as 25°C (Table 2) and this was an acceptable limit (≤ 25) according to surface water quality criteria of Turkey. TDS concentrations of the water samples were in the range of 170 to 190 mg/L, within the maximum allowable value (500 mg/L) of the World Health Organization (WHO 2008). Electrical conductivity (EC) related to the concentration of ions in the water is a measure of passing electrical flow. EC values of water samples were lower than 400 $\mu\text{S/cm}$ which was the standard limit (<400) quality criteria of Turkey. Bulbul and Camur Elipek (2017) revealed the water temperature, pH values, and electrical conductivity of Meric River (Edirne, Turkey) were ranged between 4.5-22°C; 7.4-8.4; 172-798 $\mu\text{S/cm}$, respectively. Similar results were acquired by Hulyar and Altug (2020) who stated that pH values and temperature of Cırpıcı River (Istanbul, Turkey) and its flowing areas recorded between 6.0-8.38 and 10.3-29.5°C. The other study in Pindare River (Brazil) predicated that pH, temperature, TDS, and EC values in the three sampling points in the dry season were 7.06-8.13; 24-27°C; 140.66-185 mg/L and 213-363.33 $\mu\text{S/cm}$, respectively (Muniz et al., 2020).

The counts of total coliform bacteria in the water samples taken from the Seve Dam and Konak Pond were > 1100 MPN per 100 mL of sample. *E. coli* strains isolated from tubes giving positive reaction at 44.5°C for 24-48 h. All isolates showing Gram-negative bacilli morphological character were identified by biochemical test (indole, methyl red, voges proskauer, citrate, and MUG test systems). These isolates giving positive reaction were evaluated as *E. coli*. A total of 21 *E. coli* isolates were obtained from Site 1 (14 strains) and Site 2 (7 strains), respectively. Based on the WHO (2017) and TS 266 (2005) guidelines, water resources used for drinking water and water intended for human consumption should not contain total and fecal coliform bacteria (0/100 mL). Bacteriological findings in this study are clearly emphasized to discharge of household and industrial wastewater

systems into the dam without control. This anthropogenic activities may affect the metabolic activities in aquatic ecosystems and the biodiversity of aquatic life.

In many surface water studies, it is stated to domestic and industrial originated bacterial pollution (Kayis et al., 2017; Hulyar and Altug, 2020). Similarly, total coliform levels in samples obtained from three ponds of Nigeria were declared to range from 120 to 1200 MPN per 100 mL and the presence of fecal coliform was reported (Douglas and Isor, 2015). For Karasu River (Sinop, Turkey), the maximum total and fecal coliform level was reported as 240 MPN/100 mL in June (Avsar, 2018).

In addition to bacteriological load, several papers screened the antibiotic resistance potentials of bacteria isolated from surface waters (Ozgunus et al., 2007; Toroglu and Toroglu, 2009; Akturk et al., 2012). As shown in Figure 2, the results of the antibiotic susceptibility test indicated that 100% of the *E. coli* strains isolated were resistant to clindamycin, erythromycin, and metronidazole. However, none of the isolates developed any resistance to 56.25% of standard antibiotics (against cefepime, cefixime, cefoperazone, ceftizoxime, chloramphenicol, gentamicin, imipenem, meropenem, and trimethoprim).

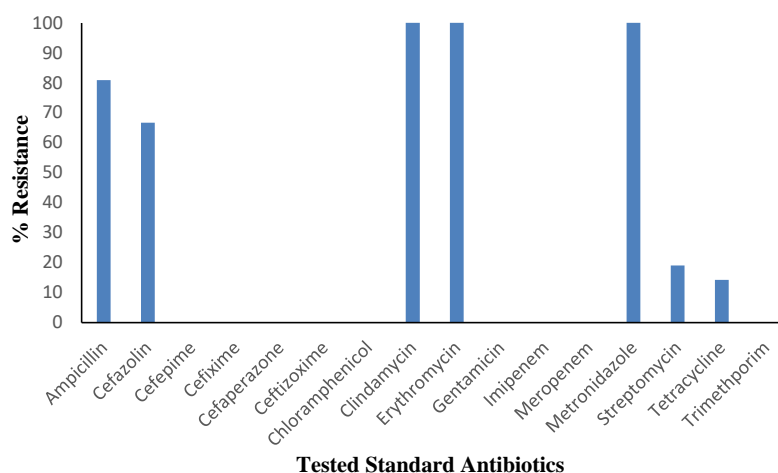


Figure 2 Antibiotic susceptibility profiles of *E. coli* isolates

Among screening 16 standard antibiotics, isolates were determined to be intermediate resistance against ampicillin (80.95%), cefazolin (66.67%), streptomycin (19.04%), and tetracycline (14.28%). *E. coli* ATTC 25922 showed only resistance to clindamycin and metronidazole antibiotics, while it had the intermediate resistance to erythromycin, ampicillin, and cefazolin. Kurekci et al., (2017) found that *E. coli* strains recovered from the Asi River (Turkey) showed resistance against extended-spectrum β -lactam antibiotics. In coliforms isolated from ten rivers in the northern region of Turkey, Ozgunus et al., (2009) notified resistance to ampicillin, streptomycin, trimethoprim, tetracycline, and chloramphenicol in contrast to our susceptibility results. A previous study reported the high coliform pollution (>1100 MPN/100 mL) in Aksu River, (Turkey) noted that 42.2% of *E. coli* strains were resistant against β -lactam antibiotics (Toroglu et al., 2005). Also, Akkan et al., (2019) reported that TC, FC, and FS rates were determined to 45%, 71.66%, and 56.66%, respectively, in the sixty surface water samples collected from Yağlıdere Stream, thus this situation indicating bacteriological pollution. The study on the Gram-negative bacteria was isolated from the seawater of Iskenderun Bay showed that antibiotic resistances of 161 isolates were at high percentages for erythromycin: 94.4%, ampicillin: 72.7%, streptomycin: 68.3%, cefazolin: 64.6%, and carboksipeneme: 57.1% (Akkan et al., 2011).

This revealed to be the antibiotic resistance 18.75% or 63 cases and intermediary antibiotic sensitive case (11.30% or 38 cases) of 336 total cases. The recorded MAR index value was 0.187. Similar to this study result, the low MAR index for *E. coli* isolates in Kucukcekmece Lagoon (Istanbul, Turkey) was determined as 0.14 (Kimiran-Erdem et al., 2015). A recent study carried out in Karasu River; MAR index values of isolated *E. coli* strains were in range from 0.4-0.7 (Avsar, 2018)

which these values higher than the result of this study. In a study conducted on the *Enterobacteriaceae* isolated from the Giresun coast, the researchers found that 91% of all isolates' multiple antibiotic resistance (MAR) index values were higher than 0.2 (Akkan and Mutlu, 2016). Matyar et al. (2014) reported that MAR index ranged from 0.2 to 0.81 for Gram-negative bacteria isolated Seyhan River and Seyhan Lake Dam.

All *E. coli* isolates showed high resistance to lead and manganese heavy metal. Tolerance to the highest MIC of this heavy metal was found as 1600 µg/mL. This value of copper was 400 µg/mL. All isolates were observed to sensitive against cadmium heavy metal. MHMR index of *E. coli* strains was calculated as 0.202. For *E. coli* ATCC 25922, it was observed to the different tolerance against Pb⁺² (25-1600 µg/mL), Cu⁺² (25-200 µg/mL) and Mn⁺² (25-1600 µg/mL). Trends in heavy metal resistance of *E. coli* strains were Pb=Mn>Cu depending on concentrations. Similarly, Içgen and Yılmaz (2014) expressed the resistance to heavy metals including Cu⁺², Mn⁺², and Pb⁺² in Kızılırmak River isolates. Matyar et al. (2008) found that the heavy metal resistance of İskenderun Bay (Turkey) isolates was in the order of Cd>Cu>Pb>Cr>Mn. Similarly, another study of Matyar et al., (2009) showed that the heavy metal resistance of fish samples collected from İskenderun Bay were; for gill Cd>Cu>Mn>Cr=Pb, and for intestine: Cd>Cu>Cr>Mn=Pb. Sipahi et al., (2013) reported that 134 isolates of the *Enterobacteriaceae* were resistant to copper while manganese 61.94% and lead 46.27% were resistant.

Ciftci Turetken et al. (2019) informed the frequency of bacterial antibiotics and heavy metal resistance and bioindicator bacteria in the water samples taken from Sapanca Lake. They notified that the highest bacterial resistance was recorded as 88.10% against ampicillin in a total of resistant Gram-negative strains. The heavy metal resistance against Cu and Cd was detected as 52.38% and 26.19%, respectively. This result showed that the lowest resistance property was observed against cadmium. Benhalima et al. (2020) investigated the determination of copper and cadmium concentrations and heavy metal-resistant bacteria identification in water samples obtained from Seybouse River, Algeria. The pH of the water samples was alkaline. The MIC value of *E. coli* KZ1 isolate was determined as 400 µg/mL and 200 µg/mL for copper and cadmium, respectively. Their results are similar to the results of this study especially in terms of copper value. Maal-Bared et al. (2013) noted that the distribution of antibiotic-resistant *Escherichia coli* and *E. coli* O157 isolated from water in an intensive agricultural watershed in Elk Creek, British Columbia. Both *E. coli* and *E. coli* O157 isolates showed the highest frequency of resistance to tetracycline, ampicillin, streptomycin, respectively. Their results are similar to the results of this study in terms of ampicillin value. On the other hand, tetracycline (14.28%) and streptomycin (19.04%) values are not similar. In contrast to the highest resistance values for tetracycline and streptomycin, the results showed that sensitive values for this study.

Even though isolated *E. coli* strains had a low MAR index (0.187), the study findings indicated the presence of high coliform contamination and fecal pollution in the Seve Dam and Konak Pond water samples. Multiple antibiotic resistance (MAR) analysis is a practice method performed to differentiate sources of fecal pollution. In brief, MAR patterns of coliform and/or fecal coliform strains may be informed of the types (human or animal origin) of pollution in waters. Kimiran Erdem et al. (2015) reported that the low MAR index was observed in *E. coli* of animal origin. According to this literature, it is clear that *E. coli* contamination in Seve Dam and Konak Pond originated waste of animals on which antibiotics were seldom or never used. The MHMR index (0.202) of *E. coli* strains was remarkably higher than the MAR index value. This MHMR value is indicated that marine environments such as Seve Dam and Konak Pond may be the discharge point with the heavy metal load from originated from various industrial facilities. This heavy metal tolerance level of *E. coli* isolates is showed that they could be used in bioremediation research of metal-contaminated aquatic sites.

CONCLUSION

In a conclusion, a high level of MHMR index and high counts of coliform bacteria is indicated that the Seve Dam and Konak Pond under the influence of human-sourced pollution as a potential reservoir of animal and industrial wastes. Therefore, the uncontrolled discharges and overloaded into Pond and Dam should be prevented to provide sustainable usage of these water sources in Kilis, Turkey.

REFERENCES

- Akkan, T. (2017). Antibiotic resistance case study: *Enterobacteriaceae* isolated from Batlama Creek in Giresun, Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(8), 969-972.
- Akkan, T., Kaya, A., & Dinçer, S. (2011). Hastane atık sularıyla kontamine edilen deniz suyundan izole edilen gram negatif bakterilerin sefalosporin grubu antibiyotiklere karşı direnç düzeyleri. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 4(1), 18-21.
- Akkan, T., Mehel, S., & Mutlu, C. (2019). Determining the level of bacteriological pollution level in Yağlıdere Stream, Giresun. *LimnoFish*, 5(2), 83-88.
- Akkan, T., & Mutlu, C. (2016). Determination of antibiotics resistance levels in *Enterobacteriaceae* isolated from Giresun Coasts. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(8), 640-650.
- Akkan, T., & Topkaraoğlu, T. (2019). Determination of antibiotic resistance levels of *Escherichia coli* isolates obtained from freshwater sources: Batlama Creek. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 539-544.
- Akturk, S., Dincer, S., & Toroglu, S. (2012). Determination of microbial quality and plasmid-mediated multidrug resistant bacteria in fountain drinking water sources in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 33(6), 1127-1136.
- Avsar, C. (2018). Measurement of antibiotic resistance of microbial species in the Karasu River (Turkey) using molecular techniques. *The Water and Environment Journal*, 33, 179-191.
- Benhalima, L., Amri, S., Bensouilah, M., & Ouzrout, R. (2020). Heavy metal resistance and metallothionein induction in bacteria isolated from Seybouse River, Algeria. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1), 1721-1737.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C., & Turck, M. (1966). Antibiotic Susceptibility Testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45(4), 493-496.
- Bulbul, G., & Camur-Elipek, B. (2017). Investigation of the effects of domestic waste on aquatic bacterial distribution in the Meric River (Edirne, Turkey). *Biologija*, 63(3), 256-263.
- Ciftci Turetken, P. S., Altug, G., Cardak, M., & Gunes, K. (2019). Bacteriological quality, heavy metal and antibiotic resistance in Sapanca Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191:469.
- Dobrijević, D., Trudić, A., Borčić, V., & Bekut, M. (2017). Antibiotic susceptibility profile of *Klebsiella pneumoniae* strains isolated from drinking and surface water. *Racionalna terapija*, IX(1), 1-13.
- Douglas, S.I., & Isor, F.N. (2015). Bacteriological investigation of pond water quality from Ogoniland, Nigeria. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 9(2), 36-41.
- Eduardo-Correia, B., Morales-Fillooy, H., & Abad, J.P. (2020). Bacteria from the multi-contaminated Tinto River Estuary (SW, Spain) show high multi-resistance to antibiotics and point to *Paenibacillus* spp. as antibiotic-resistance-dissemination players. *Frontiers in Microbiology*, 10, 3071.
- George, S.E., & Wan, Y. (2019). Advances in characterizing microbial community change and resistance upon exposure to lead contamination: Implications for ecological risk assessment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(20), 2223-2270.
- Hacioglu, N., Gul, C., & Tosunoglu, M. (2015). Bacteriological screening and antibiotic-heavy metal resistance profile of the bacteria isolated from some amphibian and reptile species of the Biga Stream in Turkey. *The World Academy of Science, Engineering and Technology*, 9(4), 422-426.
- Heuer, H., Focks, A., Lamshoft, M., Smalla, K., Matthies, M., & Spiteller, M. (2008). Fate of sulfadiazine administered to pigs and its quantitative effect on the dynamics of bacterial resistance genes in manure and manured soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(7), 1892-1900.
- Hulyar, O., & Altug, G. (2020). The Bacteriological risk transported to seas by Rivers; the example of Çırpıcı River, Istanbul, TR. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 7(1), 45-53.
- Icgen, B., & Yilmaz, F. (2014). Co-occurrence of antibiotic and heavy metal resistance in Kızılırmak River isolates. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 93, 735-743.
- Jacquioud, S., Cyriaque, V., Riber, L., Al-Soud, W. A., Gillan, D. C., Wattiez, R., & Sørensen, S.J. (2018). Long-term industrial metal contamination unexpectedly shaped diversity and activity response of sediment microbiome. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 299-307.
- Jannat, N., Mottalib, M.A., & Alam, M.N. (2019). Assessment of Physicochemical properties of surface water of Mokeshbeel, Gazipur, Bangladesh. *Journal of Environmental Science: Current Research*, 2, 014.
- Jie, S., Li, M., Gan, M., Zhu, J., Yin, H., & Liu, X. (2016). Microbial functional genes enriched in the Xiangjiang River sediments with heavy metal contamination. *BMC Microbiology*, 16, 179.
- Kayis Buyukkaya, F., Dincer, S., Matyar, F., Takcı Mercimek, H. A., Sumengen Ozdenefe, M., & Arkut, A. (2017). An investigation of multiple antibiotic resistance and identification of bacteria isolated from Golbasi and Azaplı Lakes (Adıyaman). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(1), 43-47.

- Kimiran-Erdem, A., Arslan-Aydogdu, E.O., Gurun, S., & Altun, O. (2015). Determination of multiple antibiotic and heavy metal resistance of the bacteria isolated from the Kucukcekmece Lagoon, Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(3), 1077-1084.
- Krumpermann, P.H. (1983). Multiple antibiotic resistances indexing of *E. coli* to identify high-risk sources of fecal contamination of foods. *Applied and Environmental Microbiology*, 46(1), 165-170.
- Kurekci, C., Aydin, M., Yipel, M., Katouli, M., & Gundogdu, A. (2017). Characterization of extended spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *Escherichia coli* in Asi (Orontes) River in Turkey. *Journal of Water and Health*, 15(5), 788-798.
- Le, B., & Yang, S.H. (2019). Biosorption of cadmium by potential probiotic *Pediococcus pentosaceus* using in vitro digestion model. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 66(4), 673-680.
- Li, X-D., Chen, Y-H., Liu, C., Hong, J., Deng, H., & Yu, D-J. (2020). Eutrophication and related antibiotic resistance of Enterococci in the Minjiang River, China. *Microbial Ecology*, 80, 1-13.
- Maal-Bared, R., Bartlett, K.H., Bowie, W.R., & Hall, E.R. (2013). Phenotypic antibiotic resistance of *Escherichia coli* and *E. coli* O157 isolated from water, sediment and biofilms in an agricultural watershed in British Columbia. *Science of the Total Environment*, 443, 315-323.
- Matyar, F., Eraslan, B., Akkan, T., Kaya, A., & Dinçer, S. (2009). İskenderun Körfezi balıklarından izole edilen bakterilerde antibiyotik ve ağır metal dirençliliklerinin araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2(2),1-5.
- Matyar, F., Kaya, A., & Dincer, S. (2008). Antibacterial agents and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in Iskenderun Bay, Turkey. *Science of the Total Environment*, 407(1), 279-285.
- Matyar, F., Gulnaz, O., Guzeldag, G., Mercimek, H. A., Akturk, S., Arkut, A., & Sumengen Ozdenefe, M. (2014). Antibiotic and heavy metal resistance in Gram-negative bacteria isolated from the Seyhan Dam Lake and Seyhan River in Turkey. *Annals of Microbiology*, 64, 1033-1040.
- Muniz, J.N., Duarte, K., Braga, F.H.R., Lima, N.S., Silva, D.F., Firmo, W.C.A., Batista, M.R.V, Silva, F.M.A.M, Miranda Rita de C.M., & Silva, M.R.C. (2020). Limnological quality: Seasonality assessment and potential for contamination of the Pindaré River watershed, pre-Amazon region, Brazil. *Water*, 12(1), 851.
- Ozgumus, O. B., Celik-Sevim, E., Alpay-Karaoglu, S., Sandalli, C., & Sevim, A. (2007), Molecular characterization of antibiotic resistant *Escherichia coli* strains isolated from tap and spring waters in a coastal region in Turkey. *Journal of Microbiology*, 45(5), 379-387.
- Ozgumus, O. B., Sandalli, C., Sevim, A., Celik-Sevim, E., & Sivri, N. (2009). Class 1 and Class 2 integrons and plasmid-mediated antibiotic resistance in coliforms isolated from ten Rivers in Northern Turkey. *Journal of Microbiology*, 47(1), 19-27.
- Sipahi, N., Mutlu, C., & Akkan, T. (2013). Giresun ilinde tüketime sunulan bazı balıklardan izole edilen *Enterobacteriaceae* üyelerinin antibiyotik ve ağır metal dirençlilik düzeyleri. *Gıda Dergisi*, 38(6), 343-349.
- Tee, L.W., & Najiah, M. (2011), Antibigram and heavy metal tolerance of Bullfrog Bacteria in Malaysia. *Open Veterinary Journal*, 1(1), 39-45.
- Toroglu, E., & Toroglu, S. (2009), Microbial pollution of water in Golbasi lake in Adiyaman, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30, 33-38.
- Toroglu, S., Dincer, S., & Korkmaz, H. (2005). Antibiotic resistance in Gram-negative bacteria isolated from Aksu River in (Kahramanmaraş) Turkey. *Annals of Microbiology*, 55, 229-233.
- TS266, Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular, ICS 13.060. 20. TSE, Ankara, Nisan 2005.
- Uncumusaoglu, A.A., Sengul, U., & Akkan, T. (2016). Environmental contamination of heavy metals in the Yağlıdere Stream (Giresun), Southeastern Black Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(12), 5492-5498.
- Wang, W., Zhou, L., Gu, X., Chen, H., Zeneg, Q., & Mao, Z. (2018), Occurrence and distribution of antibiotics in surface water impacted by crab culturing: a case study of Lake Guchenghu, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22619-22628.
- World Health Organization [WHO] (2008) Guidelines for drinking water quality. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization [WHO] (2017) Guidelines for drinking water quality. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization [WHO] (2018) Global Antimicrobial Resistance Surveillance System (GLASS) Report: early Implementation 2016-2017. Geneva.
- Yerüstü Su Kalitesi Hakkında KaliteYönetmeliği, 15/04/2015 tarihli ve 29327 sayılı Resmi Gazete.

İzmir (Özbek-Urla) Kıyılarında Yassı İstiridyeye (*Ostrea edulis* L. 1758) Büyütme Çalışması

Ali KIRTİK^{1*}, Selçuk YİĞİTKURT¹, Evrim KURTAY¹, Aysun KÜÇÜKDERMENCİ¹,
Aynur LÖK¹

¹Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova/İzmir

*Sorumlu Yazar: ali.kirtik@ege.edu.tr

Araştırma Makalesi

Geliş 06 Ekim 2020; Kabul 01 Mart 2021; Basım 01 Haziran 2021.

Alıntı: Kirtik, A., Yiğitkurt, S., Kurtay, E., Küçükdermenci, A. & Lök, A. (2021). İzmir (Özbek-Urla) kıyılarında Yassı İstiridyeye (*Ostrea edulis* L. 1758) büyütme çalışması. *Acta Aequatica Turcica*, 17(2), 298-305. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.806478>

Özet

Bu çalışmada Özbek-Urla (İzmir)'de dağılım gösteren Avrupa istiridyесinin (*Ostrea edulis* L. 1758) büyüme ve yaşama oranlarını belirlemek amacıyla büyütme sistemlerine yerleştirilmiş spatlar incelenmiştir. Yıl boyunca su parametrelerinden sıcaklık, tuzluluk, toplam partikül madde (TPM) (partikül organik-POM ve partikül inorganik-PIM) ve klorofil-*a* değerleri kaydedilmiştir. Toplam partikül madde en yüksek haziran ayında 34,62 mg/l bulunmuştur. Haziran ayında partikül madde içerisindeki inorganik madde oranı %77,61, organik madde oranı ise %22,39 olarak tespit edilmiştir. Büyütme sistemlerine alınan istiridyeye yavruları boy ortalamaları çalışmanın başlangıcında 26,39±4,00 mm'den çalışmanın sonunda 60,84 ±10,71 mm'ye ulaşmıştır. İstiridyelerin yaşama oranı % 61,9 olarak bulunmuştur. Yaşama oranı ile Sıcaklık ve PIM arasında anlamlı negatif korelasyon (sırasıyla $r^2=-0,654$, $r^2=-0,644$) bulunmuştur ($p<0,05$). Elde edilen yaşama ve büyüme oranı sonuçları, bu bölgenin *Ostrea edulis* yetiştiriciliği için uygun olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yassı istiridyeye, *Ostrea edulis*, spat, yaşama oranı, Partikül inorganik madde

Growth Study of Flat Oyster (*Ostrea edulis* L. 1758) on the Coasts of Izmir (Özbek-Urla)**Abstract**

European oyster (*Ostrea edulis* L. 1758) in Uzbek-Urla (Izmir) in this study examined individuals placed in Augmentation systems to determine the growth and survival rates of their spat. Temperature, salinity, total particulate matter (TPM) (particulate organic-POM and particulate inorganic-PIM) and chlorophyll-*a* values were recorded from water parameters throughout the year. The highest in total particulate matter was found at 34.62 mg/l in June. In June, the ratio of inorganic matter in particulate matter was 77.61% and the ratio of organic matter was 22.39%. Mean length of Oyster larvae taken into Augmentation Systems reached from 26.39±4.00 mm at the beginning of the study to 60.84 ±10.71 mm at the end of the study. A significant negative correlation was found between survival rate with temperature and PIM ($r_2 = -0.654$, $r_2 = -0.644$, respectively) ($p < 0.05$). The survival rate of oysters was found to be 61.9%. The results of the survival and growth rate obtained indicate that this region may be suitable for the cultivation of *Ostrea edulis*.

Keywords: flat oyster, *Ostrea edulis*, spat, survival rate, particulate inorganic matter

GİRİŞ

İstiridyeye (*Ostrea edulis* L. 1758) çok eski dönemlerden beri insan gıdası olarak kullanılmaktadır. Dünyada 2016 yılı itibari ile istiridyeye yetiştiriciliğinin yaklaşık %86'sı Çin tarafından gerçekleştirilmektedir (Botta et al. 2020). Ülkemizde istiridyeye yetiştiriciliği henüz yapılmamakta, 2013 verilerine göre 11,2 ton avcılığı yapılmasına karşın son yıllarda istatistiklere yansımış bir veri bulunmamaktadır (TUİK,2020). Bununla birlikte FAO 2018 dünya toplam istiridyeye avcılığı 147 023 ton (FAO, 2020a), yetiştiriciliği 5 994 895 ton iken, yetiştiricilik için dünya toplam pazarı yaklaşık 7,2 milyar dolardır (FAO, 2020b). İstiridyeye yetiştiriciliğinde yavru temini haçerilerde larva üretiminin maliyetinden dolayı daha çok spat toplama yöntemi ile gerçekleştirilir (Yigitkurt vd., 2020). Avrupa'daki en büyük üretici olan Fransa'da 1980'li yılların sonlarında Bonamiosis ve Martellosis hastalıkları nedeniyle ortaya çıkan ölümler, istiridyeye stoklarının tükenmesine yol açmıştır (Haure vd., 1998; Da Silva vd., 2005, Lynch vd., 2014). Bu problemle karşılaşan Fransa gibi ülkeler istiridyeye üretimini devam edebilmek için bu hastalıklara direnci olan uzak doğu kökenli *Crassostrea gigas* türünü kültüre alınmış, büyütme çalışmalarında başarı sağlanmasıyla üretime geçilmiştir (Raillard vd.,

1993). Üretimin planlanması ve artırılması için kültür ortamında yetiştiriciliğin yapılması gerekmektedir. Ülkemizin kıyılarında bulunan *O. edulis* yerli türünün yaşadığı ortamda yetiştiriciliğinin ilk basamakları olan büyüme denemelerini gerçekleştirmek amaçlanmıştır. Böylelikle ülkemizde de bu türün üretilebileceği ortaya konacak ve fikrin ticarileşmesine olanak sağlanarak, ülke ekonomimize yeni bir sektör kazandırılması konusunda öncü olunacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

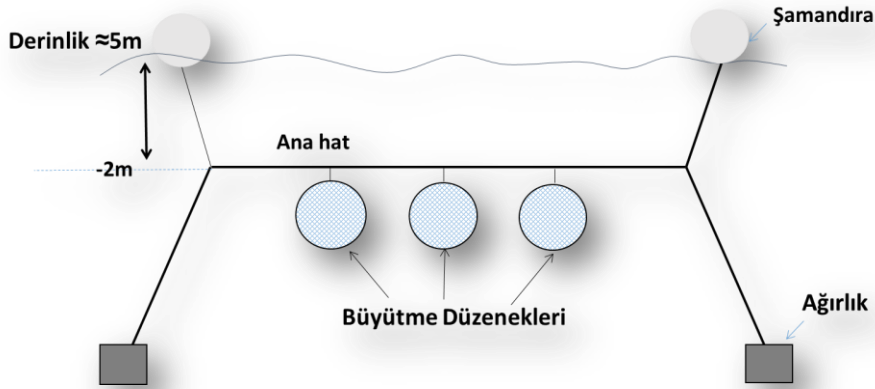
Çalışma İzmir'in 40 km batısında, 38°20'50.8" kuzey; 26°41'09.2" doğu koordinatlarında bulunan Urla'ya bağlı Özbek (İzmir) sahilinde gerçekleştirilmiştir (Şekil.1). Bölge ortalama derinliği 5m olup dip kısımları kumlu-çakıllıdır, zeminde deniz çayırları (*Posidonia oceanica*) mevcuttur.



Şekil 1. Çalışma alanı olan 38°20'50.8" kuzey; 26°41'09.2" doğu koordinatlarında bulunan Özbek-Urla (İzmir, Türkiye)

Büyütme yapılacak *O. edulis* spatları Ağustos 2013- Kasım 2013 tarihleri arasında aynı bölgeden kolektörlerle temin edilmiştir. İstiridye spatları Mart 2014 tarihine kadar Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla Yerleşkesinde bulunan, sürekli su değişimi yapılan 1 tonluk tanklarda adaptasyon için bekletilmiş, filtrasyon uygulanmadan deniz suyu direk kullanıldığı için özel bir beslenme rejimi uygulanmamıştır. Yavru bireyler Özbek Kıyısında hazırlanan büyüme sistemlerine aktarılmıştır. Mart ile Kasım 2014 ayları arasında büyüme ve yaşam oranları takip edilmiştir.

Adaptasyon süreci tamamlanan bireylerin dijital kumpasla (Mitutuyo CD15 PK (0,01mm)) boy ölçümleri yapılmış, hassas terazide (Sartorius GW3202-0CE (0,01 g)) ağırlıkları alınmıştır. Boy ölçümlerine göre 3 tekrarlı olacak şekilde ortalama 25 mm boy grubu oluşturulmuştur. Boylanan bireyleri yerleştirmek için çapı 20 cm, derinliği 5 cm olan, her iki tarafı 5mm – 20mm göz uzunluğu (birey büyüklüğüne göre arttırıldı) olan ağ ile kaplı PVC kasnaklardan büyüme sistemleri hazırlanmıştır (Acarlı vd., 2011). Her bir düzenek bir iple uzun bir hata bağlanmıştır. Bu şekilde oluşturulan büyüme sistemi su yüzeyinden 2 metre derinde kalacak şekilde 10 litrelik şamandıralarla yüzdürülmüş, 25 kilogramlık batırıcılarla kıydan 50-60 m açığa ve su derinliğinin 5-6 metre olduğu bir alana sabitlenmiştir (Şekil 2). Aylık olarak, sistem üzerine yerleştirilmiş büyüme sepetleri kıyıya getirilmiş, fırça yardımıyla sepetler ve bireyler üzerindeki fouling organizmalar temizlenmiş, bireylerin boy (Mitutuyo CD15 PK (0,01mm)) (anterior-posterior) ve ağırlık (Sartorius GW3202-0CE (0,01 g)) ölçümleri alınarak sepetler tekrar sistem üzerine bağlanmıştır.



Şekil 2. *O. edulis* bireylerinin yerleştirildiği büyüme sistemi şeması

Çalışma alanında aylık olarak su parametrelerinden sıcaklık (°C), tuzluluk (%), toplam partikül madde miktarı (TPM), partikül organik madde miktarı (POM), partikül inorganik madde miktarı (PİM) ve klorofil-*a* (µg/l) değerleri takip edilmiştir (Strickland & Parsons 1972). Sıcaklık cıvalı termometre ile yüzeyden ölçülmüştür. Tuzluluk miktarı Mohr-Knudsen yöntemi ile tespit edilmiştir (Egemen ve Sunlu 1996). TPM, POM, PİM ve klorofil-*a* değerleri Strickland ve Parsons (1974) yöntemine göre belirlenmiştir.

Boy ölçümlerinden elde edilen verilerle Spesifik Büyüme Oranı (SBO) hesaplanmıştır.

$$SBO = \ln(L_t - L_0) \cdot t^{-1} \text{ (Clausen ve Riisgard 1996).}$$

L_t : t zamandaki boy

L_0 : Başlangıç boyu

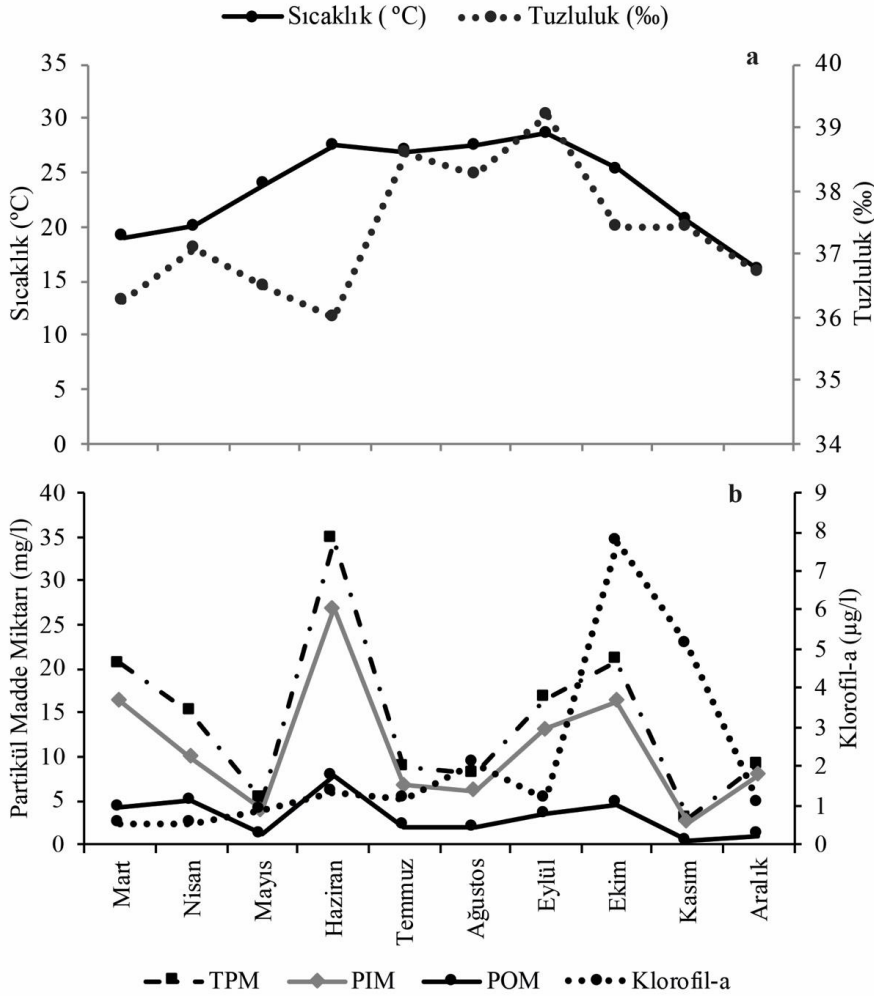
t^{-1} : Zaman

İstatistik analiz olarak aylık ortalama ağırlık ve boy verilerinin arasındaki farklılığın tespiti için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Boy ile ağırlık arasındaki ilişkiyi ayrıca sıcaklık, tuzluluk, TPM, PİM ve POM değerlerinin büyüme ve yaşama oranı arasındaki ilişkiyi belirlemek için verilerin normal dağılımına Kolmogorov-Smirnov testi ile bakıldıktan sonra Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan testler için seçilen güven aralığı %95 ve anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ dir. İstatistik analizleri için SPSS (Versiyon 25), tanımlayıcı istatistikler için MS Office Excel (Versiyon 2016) programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışma süresince aylık olarak yapılan ölçümlerde en düşük su sıcaklığı Aralık ayında 16,1 °C, en yüksek su sıcaklığı ise Eylül ayında 28,6 °C olarak kaydedilmiştir (Şekil 3a). En düşük tuzluluk değeri Haziran ve Mart aylarında ‰ 36,2 iken, en yüksek tuzluluk değeri ise Eylül ayında ‰ 39,19 olarak ölçülmüştür.

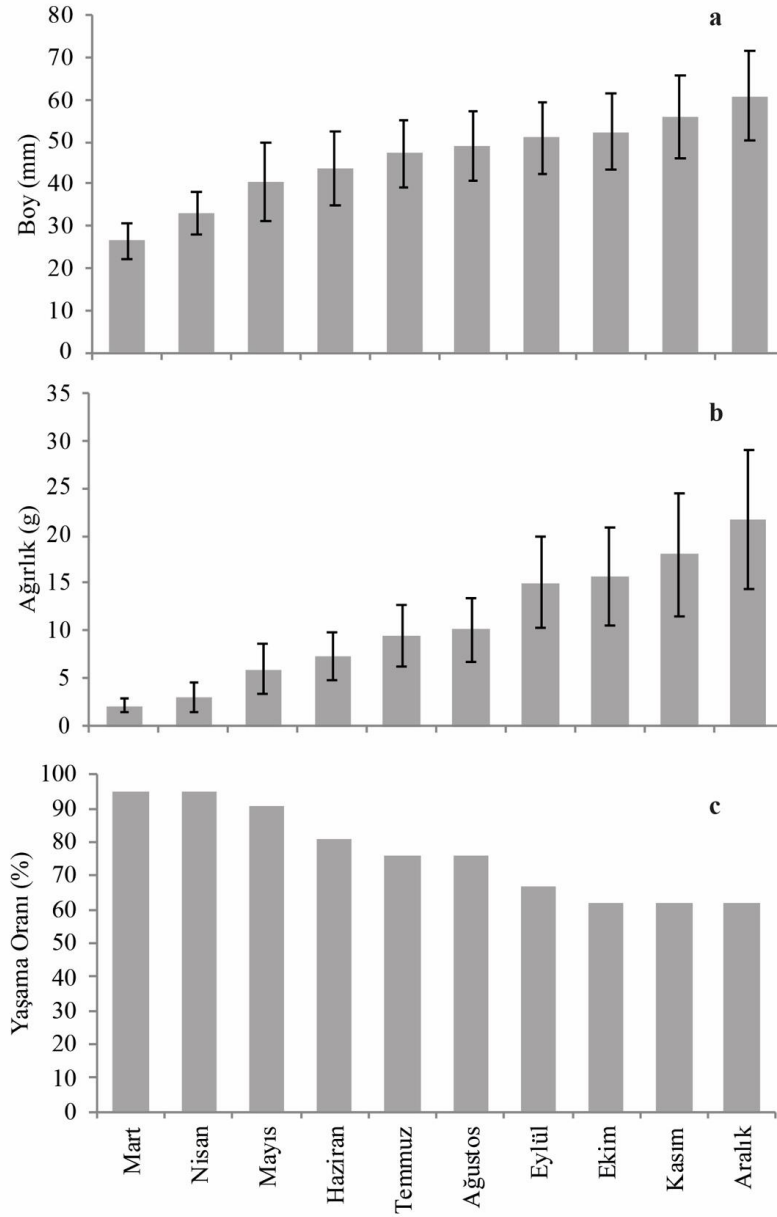
TPM değerleri Mart (20,05 mg/l), Haziran (34,62 mg/l), Ekim (20,85 mg/l) ve Aralık ayları (9 mg/l) olmak üzere dört kez artış göstermiştir. TPM miktarı Mayıs (5,16 mg/l) ve Kasım (2,93 mg/l) aylarında en düşük değerlerdedir. POM değerleri Haziran (7,75 mg/l) ve Ekim (4,57 mg/l) aylarında yükselme gösterirken, PİM değerleri Mart (16,3 mg/l), Haziran (26,87 mg/l), Eylül (13,1 mg/l), Ekim (16,28 mg/l) ve Aralık (7,95 mg/l) aylarında fazla artış ortaya koymuştur (Şekil 4). Klorofil-*a* en yüksek Ekim ayında 7,75 µg/l, en düşük ise Nisan ayında 0,51 µg/l olarak tespit edilmiştir (Şekil 3b). Çalışma boyunca ortalama klorofil-*a* değeri $2,14 \pm 2,3$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3. Büyüme denemelerinin yapıldığı Özbek-Urta (İzmir) kıyısında a) aylık olarak ölçülen yüzey su sıcaklıkları (°C) ve tuzluluk değişimi (‰), b) aylık olarak ölçülen partikül madde miktarları (mg/l) ve klorofil-a (µg/l) değerleri

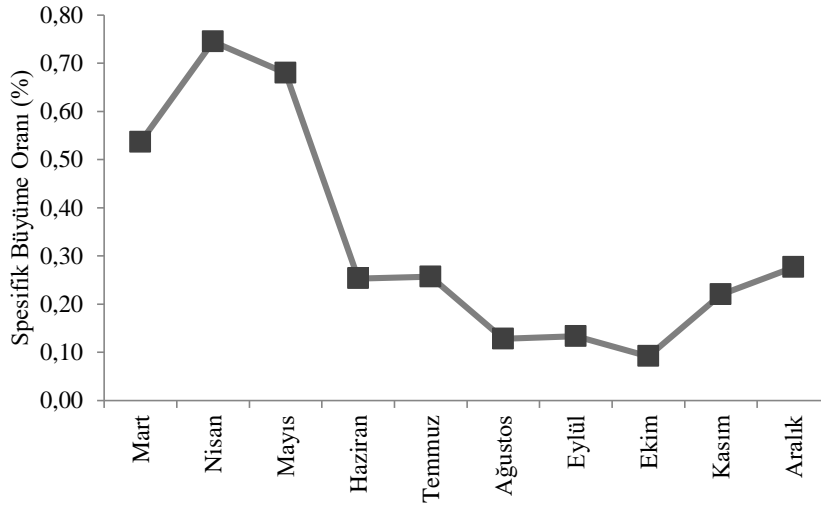
İstiridye yavrularının ortalama boyu başlangıçta $25 \pm 4,0$ mm iken, çalışma sonunda $60,84 \pm 10,71$ mm değerine ulaşmıştır (Şekil 4a). Çalışma başında ortalama ağırlık $2,14 \pm 0,81$ g olarak ölçülürken, çalışma sonunda $21,76 \pm 7,27$ g olmuştur (Şekil 4b). İstiridye yavrularının aylık olarak boy ve ağırlık artışları istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Boy ile ağırlık arasında çok yüksek bir korelasyon ($r^2 = 0,905$) bulunmaktadır ($p < 0,05$).

Çalışmanın başlarında %95 gibi yüksek bir değerde seyreden yaşama oranı su sıcaklığının artmasıyla düşmeye başlamıştır. Bununla birlikte Nisan, Ağustos, Kasım ve Aralık aylarında ölüm görülmemiştir. Çalışma sonunda yaşama oranı %61,9 olarak bulunmuştur (Şekil 4c).



Şekil 4. Büyüme denemelerinin yapıldığı Özbek-Urta (İzmir) kıyısında aylık a) istiridy yavrularının ortalama boy değerleri, b) istiridy yavrularının ortalama ağırlık değerleri, c) istiridy yavrularının yaşama oranı (%) değerleri

En yüksek spesifik büyüme oranını (SBO) Mart ayında '0,54' olarak ve Nisan ayında ise '0,74' olarak saptanmış, Haziran ayında ise önemli bir düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Ekim ayına kadar düşmeye devam eden SBO Kasım ve Aralık aylarında yükselmeye başlamıştır (Şekil 5). Ortalama SBO değeri $0,33 \pm 0,22$ olarak bulunmuştur.



Şekil 5. Boy ortalamalarından hesaplanan Spesifik Büyüme Oranı (SBO) değişimi

Spesifik büyüme oranı (SBO) ile diğer parametreler arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır ($p>0,05$). Yaşama oranı ile sıcaklık ve PİM arasında ise anlamlı bir negatif korelasyon (sırasıyla $r^2=-0,654$, $r^2=-0,644$) bulunmuştur ($p<0,05$). TPM, PİM ve POM arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Tablo 1).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bivalve türlerinin yetiştiricilik çalışmaları sırasında çevresel faktörler (yani sıcaklık, tuzluluk, ortamda bulunan besinin bolluğu), tercih edilen kültür sistemi, ve işlem sırasındaki stres (elleme) gibi etkenlere bağlı olarak bireylerin hayatta kalması üzerine doğrudan etkilidir (Lök vd., 2006, Lök vd., 2007; Vural vd., 2015). Yapılan bu çalışmada istiridyelerin yaşama oranı %61,9 olarak bulunmuştur. Çalışma alanında yaz aylarında görülen yüksek sıcaklık ($28,6^{\circ}\text{C}$) istiridyeye yavruları yaşama oranı üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu göstermektedir. İzmir Mersin Körfezi'nde yapılan bir çalışmada (Acarlı vd., 2011) ölçülen maksimum sıcaklık $24,5^{\circ}\text{C}$ olmasına rağmen yaşama oranının %51 de kalması, yaşama oranını düşüren faktörün sadece yüksek sıcaklık olmadığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde Fransa Thau da yapılan çalışmada (Paquotte ve Vioriceau, 1987) $6-26,5^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıkta %90'lık yüksek bir yaşama oranı bulunmuştur. Bu çalışmada ise $28,6^{\circ}\text{C}$ deniz suyu sıcaklığı yaşama oranını istatistiksel olarak düşürdüğü ortaya çıkarmıştır.

Klorofil-*a* en yüksek Ekim ayında $7,75\ \mu\text{g/l}$, en düşük ise Nisan ayında $0,51\ \mu\text{g/l}$ olarak tespit edilmiştir. En yüksek SBO değeri Mart ayında '0,54' olarak ve Nisan ayında ise '0,74' olarak saptanmıştır. Ortalama SBO değeri $0,33 \pm 0,22$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada klorofil-*a* değeri ile yaşama oranı ve spesifik büyüme oranı arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Bununla birlikte çalışma alanındaki klorofil-*a* değerlerinin Akdeniz'de yürütülmüş çalışmalarla (Sawusdee vd., 2015, Robert vd., 1990, Vural vd., 2015) yakın olduğu özellikle minimum değerinin neredeyse tüm çalışmalarda aynı olduğu görülmektedir. Bu sonuç istiridyelerin yaşama ve büyüme için ihtiyaç duyduğu besini bu çalışma alanında da karşılayabileceğini göstermektedir.

Yüksek yoğunlukta askıda partikül inorganik madde, istiridyelerin filtrasyon oranlarını ve büyümesini engeller (Preston ve Jones 1998). Çelik vd. (2013) *O. edulis* türünün yetiştiriciliğinde büyümesi ve yaşama oranı üzerinde çevresel faktörlerin etkili olduğunu bildirmişler. Çalışmada PİM ile yaşama oranı arasında ters ilişki olduğunu ve çalışma alanında $3,25\ \text{mg/l}$ ile $8,25\ \text{mg/l}$ arasında değişim gösterdiğinden bahsetmişlerdir. Toro vd (1995) *O. chilensis* türünün yaşama oranını %71,8 olarak tespit etmiş ve düşük tuzlulukla birlikte yüksek konsantrasyonda PİM miktarının etkili olduğunu bildirmişlerdir. TPM değeri en yüksek haziran ayında $34,62\ \text{mg/l}$ bulunmuştur. Haziran ayında partikül madde içerisindeki inorganik madde oranı %77,61, organik madde oranı ise %22,39 olarak tespit edilmiştir. TPM miktarında kaydedilen yüksek değerlerin, PİM miktarlarındaki görülen

artışlardan kaynaklanmaktadır. Bu artış büyümeyi etkilemese de yaşama oranını düşürdüğü görülmektedir.

Yaşama oranı ile sıcaklık arasında bulunan negatif korelasyon hesaplanmıştır. Bunun anlamı yüksek sıcaklıklarda yaşama oranının azaldığını göstermektedir. Aynı zaman da PİM ile yaşama oranı arasında da negatif korelasyon hesaplanmıştır. PİM değerinin yükseldiği aylarda yaşama oranının düştüğü tespit edilmiştir. Klorofil değerlerinin yükselmesi ile yaşama oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Büyütme sistemlerine alınan istiridye spatlarının boy ortalamaları çalışmanın başlangıcında $26,39 \pm 4,00$ mm'den çalışmanın sonunda $60,84 \pm 10,71$ mm'ye ulaşmıştır. Acarlı et al. (2011) İzmir Mersin körfezinde yürütmüş oldukları çalışmalarında istiridye yavrularının 10 ayda ortalama boy değerini $58,01 \pm 5,05$ mm olarak bildirmişlerdir. Fransa'nın Archachon ve Thau dalyanlarında yürütülen istiridye yavru büyüme çalışmalarında elde edilen değerler sırasıyla 64 mm ve 71 mm olarak bildirmişlerdir (Robert vd., 1991, Paquotte ve Vioriceau, 1987). Bu çalışma ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar diğer araştırmacılar ile paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak dünyada 7,2 milyar dolarlık yetiştiricilik pazarı olan istiridye kültürünün ülkemizde de yapıldığı takdirde ekonomik bir girdi sağlayacağı ortadadır. Bu ve benzer çalışmalar yetiştiricilik için ön çalışmalardır ve ileride yapılması kaçınılmaz yetiştiricilik faaliyetleri için yol göstericidir. Özellikle çift kabuklu yavru üretim çalışmalarının diğer türlerde de artarak devam etmesi ve farklı çift kabuklu türlerinin de yetiştiricilik faaliyetleri arasına alınması gerekmektedir. Elde edilen yaşama ve büyüme oranı sonuçları, bu bölgenin yassı istiridye *O. edulis* yetiştiriciliği için uygun olabileceğini göstermektedir. Ancak daha ileri düzeyde araştırmalarla yetiştiricilik imkanlarının ortaya çıkarılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Acarlı, S., Lök, A., Yiğitkurt, S., Palaz, M. (2011) Culture of Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) in Relation to Size on Suspended Culture System in Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi 17 (6): 995-1002, 2011 doi:10.9775/kvfd.2011.4922
- Acarlı, S., Lök A., Küçükdermenci, A., Yıldız, H., & Serdar, S. (2011). Comparative growth, survival and condition index of Flat Oyster, *Ostrea edulis* (Linnaeus 1758) in Mersin Bay, Aegean Sea, Turkey. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 2, 203-210. doi:10.9775/kvfd.2010.2806
- Botta, R., Asche, F., Borsum, J. S., & Camp, E. V. (2020). A review of global oyster aquaculture production and consumption. Marine Policy, 117,1-7. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103952>
- Celik M.Y., Karayücel, S., Karayücel, I., Eyüpoğlu B. & Öztürk, R 2015. The effects of environmental factors on survival, growth and biochemical composition of transplanted oysters (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) from Aegean Sea to southern Black Sea Aquaculture Research, 2013, 1–10
- Clausen, I., & Riisgards, H. U., (1996). Growth, filtration and respiration in the mussel *Mytilus edulis*: No evidence for physiological regulation of the filter-pump to nutritional needs. Marine Ecology Progress Series, 141, 37-45. doi: 10.3354/meps141037
- Da Silva, P. M., Fuentes, J., & Villalba, A., (2005). Growth, mortality and disease susceptibility of oyster *Ostrea edulis* families obtained from brood stocks of different geographical origins, through on-growing in the Ria de Arousa (Galicia, NW Spain). Marine Biology, 147, 965–977. doi:10.1007/s00227-005-1627-4
- Egemen, Ö. & Sunlu, U. (1996) Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir, 14:66-67.
- FAO, 2020a. FAO Yearbook Fishery and Aquaculture. 17/02/2021 tarihinde http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2018_USBCard/root/capture/yearbook_capture.pdf adresinden erişildi.
- FAO, 2020b. FAO Aquaculture production 17/02/2021 tarihinde http://www.fao.org/fishery/static/Yearbook/YB2018_USBCard/root/aquaculture/yearbook_aquaculture.pdf adresinden erişildi.
- Haure, J., Penisson, C., Bougrier, S., & Baud, J.P. (1998). Influence of temperature on clearance and oxygen consumption rates of the flat oyster *Ostrea edulis*: determination of allometric coefficients. Aquaculture, 169, 211–224. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(98\)00383-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(98)00383-4)
- Lök, A., Acarlı, S., Serdar, S., Köse, A. & Yıldız, H., 2007. Growth and mortality of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819, in relation to size on longline in Mersin Bay, Izmir (Turkey – Aegean Sea). Aquaculture Research, 38(8):819-826.
- Lök, A., Acarlı, S., Serdar, S., Köse, A., Goulletquer, P., 2006. Growth and Survival Rate of Bearded Horse Mussel (*Modiolus barbatus* Linné, 1758) in Mersin Bay (İzmir, Turkey). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah 58(1):55-61.

- Lynch, S.A., Flannery, G., Hugh-Jones, T., Hugh-Jones, D., & Culloty S.C. (2014). Thirty-year history of Irish (Rossmore) *Ostrea edulis* selectively bred for disease resistance to *Bonamia ostreae*, Diseases Of Aquatic Organisms, 110, 113–121. doi:10.3354/dao02734
- Paquotte, P., & Vioriceau, J. (1987). Croissance et Indice de Condition de l'Huitre Plate *Ostrea edulis*, Eleveé en Mer et en Etang sur la Cote Méditerranéenne. *Haliotis*, 16, 427-437. 14/11/2016 tarihinde <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6188/> adresinden erişildi.
- Preston, N. P., Jones, A.B., 1998. The use of oysters as natural filters of aquaculture effluent. FRDC Final Report 94/132.
- Raillard, O., Deslous-Paoli, J.M., Héral, M., & Razet D. (1993). Modélisation du comportement nutritionnel et de la croissance de l'huître japonaise *Crassostrea gigas*. *Oceanologica Acta*,16, (1) 73-82. 10/06/2008 tarihinde <https://archimer.ifremer.fr/doc/1993/publication-3066.pdf> adresinden erişildi.
- Robert, R., Pichot, Y., & Comps, M. (1991). Essai de culture de l'huître plate *Ostrea edulis* dans le bassin d'Arcachon Résultats préliminaires, IFREMER - Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IDRV-90.27-RA/ Arcachon/Pallavas. 01/02/2012 tarihinde <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1592/> adresinden erişildi.
- Sawusdee, A., Jensen, A.C., Collins, K. J., & Hauton, C. (2015). Improvements in the physiological performance of European flat oysters *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) cultured on elevated reef structures: Implications for oyster restoration. *Aquaculture*, 444, 41–48. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.022>
- Strickland, J.D.H., & Parsons, T.R. (1972). A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin, 167.
- Toro, J.E., Sanhueza, M.A., Winter, J.E., Senn, C.M., Aguila, P., Vergara, A.M. (1995) Environmental effects on the growth of the Chilean oyster *Ostrea chilensis* in five mariculture locations in the Chiloe Island, Southern Chile. *Aquaculture* 136:153-164. Doi: 10.1016/0044-8486(95)01050-5
- TUİK, 2020. Su Ürünleri İstatistikleri 2019, Diğer deniz ürünleri 17/02/2021 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-Urunleri-2019-33734> adresinden erişildi
- Vural, P., Yıldız, H., Acarlı, S., 2015. Growth and survival performances of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) on different depths in Cardak lagoon, Dardanelles. *Marine Science Technology Bulletin*, 4(1): 7-12
- Yigitkurt, S., Lök, A., Kirtik, A., Acarlı, S., Kurtay, E., Küçükdermenci, A., Durmaz, Y., 2020. Spat efficiency in the pearl oyster *Pinctada radiata* (Leach, 1814) in the surface and bottom water at Karantina Island. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 49:2. doi:10.1515/ohs-2020-0000

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 11 punto-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 Gökpinar, 1993), and they play a significant role in food chain. It was reported that some species are the indicators of water quality, and eutrophication due to their sensitivity to environmental changes and therefore zooplankton studies on lakes have acquired significant importance (Berzins and Pejler, 1987; Mikschi, 1989).

Many studies were carried on zooplankton in Turkey (Özdemir and Şen, 1994; Göksu et al., 1997, 2005; Saler and Şen, 2002; Bozkurt and Sagat, 2008; Bulut and Saler, 2013a, 2013b; 2014a, 2014b; Saler et al., 2015a, 2015b). No previous research about zooplankton of Kiğı Dam Lake has been recorded. In this study zooplankton species and their seasonal variations of Kiğı Dam Lake have been investigated.

MATERIAL and METHODS

Kiğı Dam Lake was built on Peri Stream between 1997 and 2003. The maximum water capacity is 507.55 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).

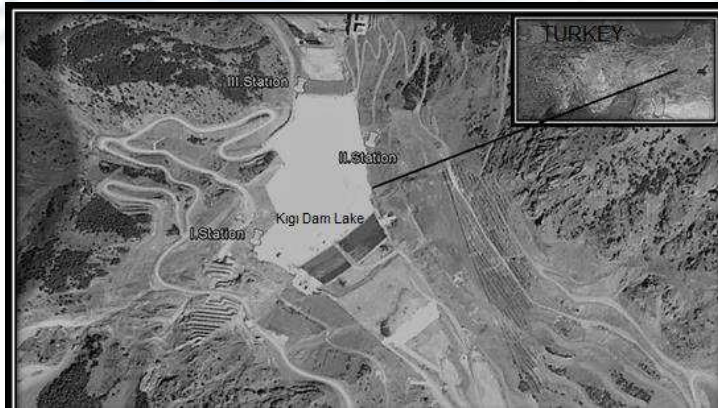


Figure1. Stations of Kiğı Dam Lake

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., & Gökpınar, Ş. (1993). *Plankton Bilgisi ve Kültürü*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. Yayınları: 19, İzmir.
- Einsle, U. (1996). *Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*, No.10 SPB Academic Publishing. pp 82 (in London).
- Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Bozkurt, A., & Sarıhan, E. (1997). Seyhan Nehri'nin (Adana il merkezi sınırları içindeki bölümünde) Rotifera ve Cladocera faunası. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 439-443.

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, 11 punto 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, İltter İLHAN⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta ²İskendurun 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 istakozu (kerevit) olarak da bilinen (Köksal, 1988) ve ülkemiz içsularında doğal olarak bulunan bir decapoda (on ayaklı) türüdür. *Astacus* ekonomik değeri yüksek kabuklu türlerinden biridir (Bolat, 2001). Kerevit 1986 yılı öncesi özellikle Eğirdir Gölü balıkçılarının başlıca gelir kaynağı iken bu türün daha sonra gerek aşırı avcılık ve gerekse hastalık nedeniyle popülasyonu azalmıştır (Köksal, 1988; Ackefors, 2000; Bolat, 2001; Harlıoğlu ve Aksu 2002; Harlıoğlu ve Mişe 2007; Bilgin vd., 2008).

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.

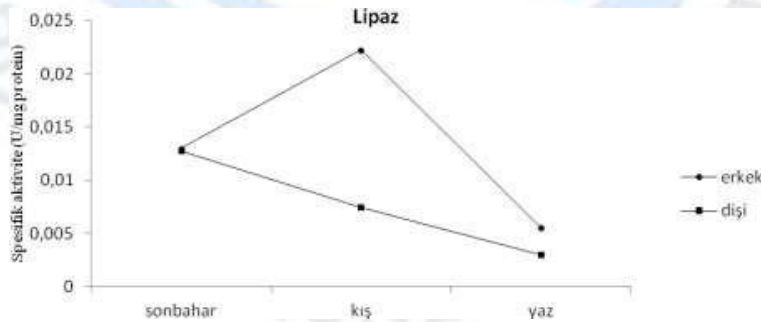
BULGULAR

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 ± 0,0026a	^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*.

