

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

ISSN 1300 - 1590 / E-ISSN 2418-3140

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi



Volume 36 Number 1

2019



Ege University Faculty of Fisheries



Instructions for Authors

Scope of the Journal

Su Ürünleri Dergisi (Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences) is an open access, international, double blind peer-reviewed journal publishing original research articles, short communications, technical notes, reports and reviews in all aspects of fisheries and aquatic sciences including biology, ecology, biogeography, inland, marine and crustacean aquaculture, fish nutrition, disease and treatment, capture fisheries, fishing technology, management and economics, seafood processing, chemistry, microbiology, algal biotechnology, protection of organisms living in marine, brackish and freshwater habitats, pollution studies.

Su Ürünleri Dergisi (EgeJFAS) is published quarterly (March, June, September and December) by Ege University Faculty of Fisheries since 1984.

Submission of Manuscripts

Please read these instructions carefully and follow them strictly to ensure that the review and publication of your paper is as efficient and quick as possible. The Editors reserve the right to return manuscripts that are not in accordance with these instructions. All manuscripts will be peer-reviewed by at least two referees.

Submission of manuscripts to this journal should be presented in electronic form via online submission system at <http://www.egejfas.org>. If your submission is not successful via online system, you can send the file via e-mail. The correspondence regarding editorial matters should be sent to editor@egejfas.org.

Please prepare your manuscript according to the instructions below.

Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.

Preparation of Manuscripts

Papers must be clearly written in Turkish or English. Manuscripts should be typed double spaced on A4 size paper in 12-point Times New Roman font including the references, table headings and figure captions with standard margins (25 mm) all around. The author's name should appear centered under the title. Numbered (*) note should give the author's institutional address and an asterisked (*) note should indicate the correspondence author's e-mail address. Degrees and qualifications should not be included.

Please prepare your typescript text using a word-processing package (save in .doc or .docx).

The complete manuscript should be in a single file containing full text, references, figures and tables. Figures and tables should be at the end of the manuscript file and the locations should be indicated in the text.

- Research papers and reviews must not exceed 25 manuscript pages including tables and figures.
- Short communications, technical notes and reports which are results of brief but significant work, must not exceed 10 manuscript pages including tables and figures.

Title page

The title must be short and concise. The first name and surname of each author should be followed by department, institution, city with postcode, and country. The e-mail address of the corresponding author should also be provided. It is editorial policy to list only one author for correspondence.

It is important that authors ensure the following: (i) all names have the correct spelling and are in the correct order (first name and family name). Occasionally, the distinction between surnames and forenames can be ambiguous, and this is to ensure that the authors' full surnames and forenames are tagged correctly, for accurate indexing online.

Abstract

English and Turkish abstracts (contributors who are not native Turkish speakers may submit their manuscripts with an English abstract only) of maximum of 300 words should be included in all submissions. The Abstract should be comprehensible to readers before they have read the paper, and reference citations must be avoided. It is essential that the Abstract clearly states the legal importance of the work described in the paper. A list of keywords (maximum six) must be proposed.

Following pages

These should content the rest of the paper and should be organized into an Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References. Short communication and technical notes both should follow the same layout, without the abstract. In writing of systematic papers, the International Codes of Zoological and Botanical Nomenclature must be strictly followed. The first mention in the text of any taxon must be followed by its authority including the year. The names of genera and species should be given in *italics*.

Acknowledgements

Acknowledgements should be kept brief and placed before the reference section.

References

Full references should be provided in accordance with the APA style. The usage of reference managers as Mendeley® or Endnote® or an online reference manager as Citefast (<http://www.citefast.com/>) with the output style of APA 6th edition is advised in organizing the reference list.

All references must be written in English. The in-text citation to the references should be formatted as surname(s) of the author(s) and the year of publication: (Kocataş, 1978) or (Geldiay and Ergen, 1972); in Turkish article (Geldiay ve Ergen, 1972). For citations with more than two authors, only the first author's name should be given, followed by "*et al.*" –in Turkish article 'vd.'- and the date. If the cited reference is the subject of a sentence, only the date should be given in parentheses, i.e., Kocataş (1978), Geldiay *et al.* (1971). There should be no parentheses for the citations that the year of the citation is given in the beginning of the sentence, i.e. "In 1978, Kocataş's study of freshwater ecology showed that..."

When it's needed to cite two or more works together, in-text citations should be arranged alphabetically in the same order in which they appear in the reference list, i.e. (Geldiay and Ergen, 1972; Kocataş, 1978; Thurry, 1987) or (Kocataş, 1978, 1979, 1981) or (Geldiay and Ergen, 1972a, 1972b)

All citations should be listed in the reference list, with the exception of personal communications. References should be listed alphabetically ordered by the author's surname, or first author's surname

if there is more than one author at the end of the text.

Hanging indent paragraph style should be used. The year of the reference should be in parentheses after the author name(s). The correct arrangement of the reference list elements should be in order as "Author surname, first letter of the name(s). (publication date). Title of work. Publication data. DOI

Article title should be in sentence case and the journal title should be in title case. Journal titles in the Reference List must be italicized and spelled out fully; **do not abbreviate titles** (e.g., *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, not *Ege J Fish Aqua Sci*). Article titles are not italicized. If the journal is paginated by issue the issue number should be in parentheses.

DOI information (if available) should be placed at the end of the reference as in the example. The DOI information for the reference list can be retrieved from CrossRef © Simple Text Query Form (<http://www.crossref.org/SimpleTextQuery/>) by just pasting the reference list into the query box.

The citation of journals, books, multi-author books and articles published online should conform to the following examples:

Journal Articles

Öztürk, B. (2010). *Scaphopod species (Mollusca) of the Turkish Levantine and Aegean seas*. *Turkish Journal of Zoology*, 35(2): 199-211. doi:10.3906/zoo-0904-23

Özbek, M. & Ulutürk, E. (2017). First record of *Spongilla lacustris* (Porifera: Demospongiae) from the Eastern Black Sea (Uzungöl Lake, Trabzon) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3):341-346. doi: 10.12714/egejfas.2017.34.3.14

Books

Parsons, T.R., Matia, Y. & Lalli, C.M. (1984). *A manual of chemical and biological methods for seawater analysis*. New York: Pergamon Press.

Chapter in Books

Gollasch, S. (2007). *Is ballast water a major dispersal mechanism for marine organisms? In W. Nentwig (Ed.), Biological Invasions (pp 29-57)*. Berlin: Springer.

Proceedings

Soultoş, N., Lossifidou, E., Lazou, T. & Sergedilis, D. (2010). *Prevalence and antibiotic susceptibility of Listeria monocytogenes isolated from RTE seafoods in Thessaloniki (Northern Greece)*. In Ş. Çaklı, U. Çelik, C. Altıneltatman (Eds.), *West European Fish Technologists Association Annual Meeting 2010 (pp. 94-98)*. Izmir, Turkey: Proceedings Book.

Online Articles

Andrews, T. (2010). *What vitamins are found in fish?* Retrieved from <http://www.livestrong.com/article/292999-what-vitamins-are-found-in-fish> (27.11.2012).

Tables and Figures

All illustrations, except tables, should be labeled 'Figure' and numbered in consecutive Arabic numbers, and referred to as Table 1, Figure 1....in the text, unless there is only one table or one figure. Each table and figure, with a concise heading or with a descriptive statement written in English -and Turkish- (only contributors who are native Turkish speakers) should be placed inside the manuscript in proper places. Tables need not to exceed 175 x 227 mm. Figures, which are recommended for electronic formats such as JPEG, TIFF (min. 300 dpi) should be also arranged in available dimensions. When it is necessary, the original copies of the figures will be asked from author(s) as separate files, after the reviewing process being concluded.

Copyright and License

Upon receipt of accepted manuscripts at EgeJFAS, authors will be invited to complete a copyright license to publish form.

Please note that by submitting an article for publication you confirm that you are the corresponding/submitting author and that EgeJFAS may retain your email address for the purpose of communicating with you about the article. If your article is accepted for publication, EgeJFAS will contact you using the email address you have used in the registration process.

Proof Sheets and Offprints

Page proofs will be sent to the corresponding authors. These should be checked immediately and corrections, as well as answers to any queries, returned to the Editorial Office via e-mail within 3 working days (further details are supplied with the proof). It is the author's responsibility to check proofs thoroughly. No changes or additions to the edited manuscript will be allowed at this stage. The journal provides free access to the papers.

Page Charges and Reprints

No page charges are collected. Corresponding authors will receive one hardcopy of the journal. All authors/readers have free access to all papers.

Plagiarism Detection

In accordance with its publishing policies EgeJFAS requires plagiarism check for each study that has undergone the "Review Process". The iThenticate plagiarism checker software is used for plagiarism detection.

Indexes

EgeJFAS is indexed in TUBITAK ULAKBIM TR Dizin, ESCI (Clarivate Analytics), Zoological Record (Clarivate Analytics), EBSCO, CABI, ProQuest, DOAJ, ASFA

Corresponding Address Su Ürünleri Dergisi Ege University Faculty of Fisheries 35100 Bornova-Izmir, Turkey Phone: +90 232 311 3838 Fax: +90 232 388 3685 E-mail: editor@egejfas.org	ISSN 1300-1590 (Print) 2148-3140 (Online)
---	--

Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 36 Number 1

ISSN 1300-1590 / E-ISSN 2418-3140

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

- Determination of genetic structure in *Barbus tauricus* Kessler, 1877 populations inhabiting a few streams along the Black Sea Region (Turkey) inferred from mtDNA Cytochrome b gene sequence analysis
Karadeniz Bölgesi (Türkiye) boyunca bazı akarsularda yaşayan *Barbus tauricus* Kessler, 1877 populasyonlarının mtDNA Sitokrom b sekans analizleri ile genetik yapısının belirlenmesi
Melek Özpiçak, Nazmi Polat 1-11
- Eğirdir Gölü (Isparta/Türkiye) su kalitesinin mevsimsel değişimi
Seasonal change of water quality in Eğirdir Lake (Isparta/Turkey)
Cafer Bulut, Ayşegül Kubilay 13-23
- Age and some growth parameters of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) inhabiting Karasu River (East Anatolia, Turkey)
Karasu Nehri'nde (Doğu Anadolu, Türkiye) yaşayan *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)'un yaş ve bazı büyüme parametreleri
Ebru İ. Özcan, Osman Serdar 25-30
- Homa Dalyanı'nda süluneslerde (*Solen marginatus*) Hg, Cd, Pb ve Cr birikimlerinin incelenmesi
Assessment of Hg, Cd, Pb and Cr accumulations in razor clam (*Solen marginatus*) from the Homa Lagoon
Selin Sevgi, Esin Uluturhan Suzer 31-39
- Age, growth, reproduction and mortality of Red Mullet (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) from the Turkish coasts of the Black Sea
Türkiye'nin Karadeniz kıyılarından avlanan barbunya (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) balığının yaş, büyüme, üreme ve ölüm oranları
Bülent Yılmaz, Osman Samsun, Okan Akyol, Yakup Erdem, Tevfik Ceyhan 41-47
- Demersal trol balıkçılığında yatay ayırıcı panel etkinliği
Effectiveness of horizontal separator panel in demersal trawl net
Celalettin Aydın 49-55
- Comparison of length-weight relationships for whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) caught from three different areas of the south-eastern Black Sea
Güney-doğu Karadeniz'in üç farklı kıyısından yakalanan mezgit balıklarının, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) boy-ağırlık ilişkilerinin karşılaştırılması
İsmet Balık, Meryem Öztaş 57-63
- Yıldız Dağları (Kuzeydoğu Trakya, Türkiye)'nin balık faunası
Fish fauna of Yıldız Mountains (Northeastern Thrace, Turkey)
Hasan Musa Sarı, Ali İlhan, Gülşah Saç, Müfit Özuluğ 65-73
- Türkiye balık yem sanayisinin gelişimi
Development of Turkish fish feed industry
Dilek İşgören Emiroğlu, Mustafa Tolga Tolon, Deniz Balkı Günay Serenay Nur Yapıcı 75-80

KISA ARAŞTIRMALAR SHORT COMMUNICATIONS

- On the Occurrence of a Lessepsian immigrant *Scomberomorus commerson* (Scombridae) in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey)
Bir lesepsiyen göçmen *Scomberomorus commerson*'un (Scombridae) İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi, Türkiye) bulunuşu üzerine
Okan Akyol, Zafer Tosunoğlu 81-84

VAKA TAKDİMİ CASE REPORT

- A blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) individual with partial albino: a case report
Kısmi albinolu bir mavi yengeç (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) bireyi: bir vaka raporu
Akın İlkyaz, Zafer Tosunoğlu 85-86

DERLEMELER REVIEWS

- Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlerin çevreye etkisinin azaltılması
Reducing the impact of feeds on the environment in sustainable aquaculture
İsmail Berat Çantaş, Önder Yıldırım 87-97

ACI KAYBIMIZ OBITUARY

- Prof.Dr. Tufan Koray 99



Published by
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey



Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Sahibi Director**Uğur SUNLU Dekan Dean**

Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

Yazı İşleri Müdürü Editor-in-Chief**Ufuk ÇELİK**

Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

Yazı İşleri Müdür Yardımcıları Co-Editors-in-Chief**Gürel TÜRKMEN** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Hasan M. SARI** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Yardımcı Editörler Associate Editors****Okan AKYOL** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Mehmet Alp SALMAN** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Cüneyt SUZER** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Zafer TOSUNOĞLU** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Vahdet ÜNAL** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Teknik Editör Technical Editor****M. Tolga TOLON** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**İstatistik Editörü Statistical Editor****Hülya SAYGI** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey**Yabancı Dil Editörü Foreign Language Editor****Eren ALKAN** Ege University School of Foreign Languages, İzmir, Turkey**Yayın Kurulu Editorial Board****Ela ATIŞ** Ege University, İzmir, Turkey**Aslı BAŞARAN** Ege University, İzmir, Turkey**Javier BORDERÍAS** ICTAN-CSIC, Madrid, Spain**Kurt BUCHMANN** University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark**İbrahim CENGİZLER** Çukurova University, Adana, Turkey**Melih Ertan ÇINAR** Ege University, İzmir, Turkey**Yılmaz ÇİFTÇİ** Ordu University, Ordu, Turkey**Deniz ÇOBAN** Adnan Menderes University, Aydın, Turkey**Mark DIMECH** FAO Fish. Aqua. Dept., Rome, Italy**M. Tolga DİNÇER** Ege University, İzmir, Turkey**Ercüment GENÇ** Ankara University, Ankara, Turkey**Ana GORDOA** CEAB-CSIC, Madrid, Spain**Arif GÖNÜLOL** Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey**Gertrud HAIDVOGL** Uni. Nat. Res. Life Sci., Vienna, Austria**Chiaki IMADA** Tokyo Uni. Marine Sci. Tech., Tokyo, Japan**F. Saadet KARAKULAK** İstanbul University, İstanbul, Turkey**Nilgün KAZANCI** Hacettepe University, Ankara, Turkey**Ferah KOÇAK** Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey**Marcelo de Castro LEAL** University of Lavras, Lavras, Brazil**Aynur LÖK** Ege University, İzmir, Turkey**K. Karal MARX** Fisheries College and Research Institute, Thoothukudi, India**Jörg OEHLenschläger** Seafood Consultant, Hamburg, Germany**Rahime ORAL** Ege University, İzmir, Turkey**M. Bahadır ÖNSOY** Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey**Murat ÖZBEK** Ege University, İzmir, Turkey**Hüseyin ÖZBİLGİN** Mersin University, Mersin, Turkey**Müfit ÖZULUĞ** İstanbul University, İstanbul, Turkey**Giuliana PARISI** University of Florence, Florence, Italy**Ferit RAD** Mersin University, Mersin, Turkey**Şahin SAKA** Ege University, İzmir, Turkey**Radu SUCIU** Danube Delta National Institute, Tulcea, Romania**Tamás SZABÓ** Szent István University, Gödöllő, Hungary**William TAYLOR** Michigan State University, East Lansing, USA**E. Mümtaz TIRAŞIN** Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey**Adnan TOKAÇ** Ege University, İzmir, Turkey**Sühendan Mol TOKAY** İstanbul University, İstanbul, Turkey**M. Ruşen USTAOĞLU** Ege University, İzmir, Turkey**Mustafa ÜNLÜSAYIN** Akdeniz University, Antalya, Turkey**Hijran YAVUZCAN** Ankara University, Ankara, Turkey**Argyro ZENETOS** Hellenic Centre for Marine Research, Anávyssos, Greece**Yayın Ofisi Editorial Office****Halise KUŞÇU** Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

Su Ürünleri Dergisi yılda dört sayı olarak yayınlanır. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences is published in four issues annually.

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679 Ministry of Culture and Tourism Sertificate No:18679

Basım Printing

Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. Ege University Press, Bornova, İzmir.

Basım Tarihi Printing Date15 Mart March 15th, 2019**İletişim Contact**

Ege Üni. Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir Ege Uni. Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, İzmir, Turkey

Tel: +90 232 311 3838 Fax: +90 232 388 3685 <http://www.egejfas.org> info@egejfas.org

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Determination of genetic structure in *Barbus tauricus* Kessler, 1877 populations inhabiting a few streams along the Black Sea Region (Turkey) inferred from mtDNA Cytochrome *b* gene sequence analysis

Karadeniz Bölgesi (Türkiye) boyunca bazı akarsularda yaşayan *Barbus tauricus* Kessler, 1877 populasyonlarının mtDNA Sitokrom *b* sekans analizleri ile genetik yapısının belirlenmesi

Melek Özpiçak^{1*} • Nazmi Polat²

¹ Ondokuz Mayıs University, Faculty of Art and Sciences, Biology Department, 55139, Samsun, Turkey  <https://orcid.org/0000-0003-3506-4242>

² Ondokuz Mayıs University, Faculty of Art and Sciences, Biology Department, 55139, Samsun, Turkey  <https://orcid.org/0000-0001-9785-9927>

*Corresponding author: melek.zengin@omu.edu.tr

Received date: 17.04.2018

Accepted date: 03.07.2018

How to cite this paper:

Özpiçak, M. & Polat, N. (2019). Determination of genetic structure in *Barbus tauricus* Kessler, 1877 populations inhabiting a few streams along the Black Sea Region (Turkey) inferred from mtDNA Cytochrome *b* gene sequence analysis. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 1-11. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.01

Abstract: This study was carried out in order to determine the intra-specific variations in *Barbus tauricus* populations sampled from different localities in the Black Sea Region. A total of 250 *B. tauricus* samples were collected from inland waters (Akçay Stream (Samsun), Engiz Stream (Samsun), Terme Stream (Samsun) Karadere Stream (Trabzon) and Değirmenağzı Stream (Düzce)) of Black Sea Region. Intra-species variations in the species of *B. tauricus* were determined using mitochondrial DNA cyt *b* sequencing. The population genetic structure was revealed by analyzing the molecular variance (AMOVA). For this study, a member of the related fish group, *Cyprinus carpio* L., 1758 (DQ868874.1) (as an outgroup) and other *Barbus* species from the GENBANK database was used in comparative analyses. Therefore, total sequence of 1141 bp of the cyt *b* gene region was obtained and 11 haplotypes were determined. The molecular data obtained by AMOVA revealed that there were intraspecific variations of *B. tauricus* and that 26.61% of the variation were among the populations. The F_{ST} value estimated for all populations and loci confirms genetic heterogeneity in *B. tauricus* populations ($F_{ST} = 0.59310$). Genetic analyses revealed that *B. tauricus* populations are geographically structured.

Keywords: Crimean barbel, genetic structure, cyt *b*, Black Sea, Turkey

Öz: Bu çalışma Karadeniz Bölgesi'ndeki farklı alanlardan örneklenen *Barbus tauricus* populasyonları arasındaki tür içi varyasyonları ortaya çıkarmak için gerçekleştirilmiştir. Karadeniz Bölgesi'ndeki farklı iç sulardan (Akçay (Samsun), Engiz Çayı (Samsun), Terme Çayı (Samsun) Karadere (Trabzon) and Değirmenağzı Deresi (Düzce)) toplamda 250 örnek yakalanmıştır. Tür içi varyasyonlar mtDNA cyt *b* sekansı kullanılarak saptanmıştır. Popülasyonların genetik yapıları moleküler varyans analizi (AMOVA) ile belirlenmiştir. Bu çalışmada GENBANK veri tabanından alınan *Cyprinus carpio* L., 1758 (DQ868874.1) (dış grup) ve diğer *Barbus* türleri karşılaştırmalı analizlerde kullanılmıştır. Cyt *b* gen bölgesinin 1141 baz çiftlik toplam sekansı ve 11 haplotip elde edilmiştir. AMOVA analizinden elde edilen moleküler veriler *B. tauricus* tür içi varyasyonun varlığını ve varyasyonun % 26.1 oranında gruplar arasında olduğunu ortaya çıkarmıştır. Tüm populasyonlardan elde edilen F_{ST} değeri populasyonlardaki genetik heterojeniteyi doğrulamaktadır ($F_{ST} = 0.59310$). Genetik analizler, *B. tauricus* populasyonlarının coğrafik olarak farklılıklar gösterdiğini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar kelimeler: Kırmı bıyıklı balığı, genetik yapı, cyt *b*, Karadeniz, Türkiye

INTRODUCTION

The taxonomic classification of organisms, and understanding the diversity of biological life, were usually based on descriptions of morphological forms (Adams et al., 2004). However, when there were phenotypically very similar species, there could be some confusion in the studies. In terms of fisheries management and biology, it is important to determine the phenotypic variation caused by environmental and genetic factors. In this way, a more accurate stock management plan can be created. The use of genetic techniques in fisheries science has revealed that many phenotypically different populations or genera are not genetically different. Sometimes it is quite difficult to explain the reasons of morphological differences between populations (Cadrin, 2000), but it is assumed that these differences may be genetically related or might be associated with phenotypic plasticity in response to different environmental factors (Murta, 2000). Population genetic bottleneck, geographic isolation, living environment, gene flow, and natural selection have large effects on the genetic construction of populations (Li et al., 2007). It has been found that biogeography and long-term climate changes first influence the genetic diversity and morphological variations in the species with so many studies to date (Stiling, 1992; Raven and Johnson, 1995; Cabral et al., 2003; Pinheiro et al., 2005; Mahe et al., 2014).

In recent years, many molecular techniques have been developed and Mitochondrial DNA (mtDNA) sequencing is one of the these techniques. mtDNA is the most studied part of the animal genome because of many reasons (Avisé, 1986). Mitochondria are semi-autonomous organelles possessing their own genome and the machinery for its replication, transcription and for protein synthesis (Saccone et al., 2000). Mitochondrial DNA requires fewer individuals and find the source of the various haplotypes among geographical regions faster than any nuclear markers (Maes et al., 2003) and one of the most studied parts of the genome in population studies (Tsigenopoulos et al., 2002; Kotlík et al., 2008; Myoung and Kim, 2014; Im et al., 2017). Mitochondrial DNA of animals consists of 37 coding genes (22 tRNA, 2 rRNA, 13 proteins) and one noncoding region. It has been reported that *cyt b* genes differ in population level. Consequently, this region was preferred for a lot of studies (Gilles et al., 1998; Aboim et al., 2005; Sevilla et al., 2007; Rylková et al., 2013; Kartavtsev et al., 2017; Kumar et al., 2017).

Cyprinidae is the most preferred fish family with systematic and phylogeny studies. The world's largest freshwater fish fauna (with highest number of species) belongs to the Cyprinidae, with over 200 genus and over 2100 species (He et al., 2008). *Barbus tauricus* Kessler, 1877 is a widely distributed fish species in Blacksea

watersheds (Kottelat and Freyhof 2007). *Tauricus*, the genus epithelium, comes from *Tauris* and *Taurida*, the names of the Crimean Peninsula in ancient Greek and Latin (Bănărescu and Bogutskaya, 2003).

The aim of this study was to examine the intra-specific variation in *B. tauricus* populations sampled from different localities in the Black Sea Region by using mtDNA *cyt b* region.

MATERIAL AND METHODS

Sampling

A total of 250 *B. tauricus* samples were collected from inlandwaters (Akçay Stream (Samsun), Engiz Stream (Samsun), Terme Stream (Samsun) Karadere Stream (Trabzon) and Değirmenağzı Stream (Düzce)) of Black Sea Region with electroshocker (Table 1-Figure 1).

Table 1. Coordinates of sampling locations

Locality	Coordinates	Sampling Time
Karadere Stream	40°51'54.43"N 40° 1'10.06"E	August 2015
Değirmenağzı Stream	41°05' 07.21" N 31°06' 06.50" E	July 2016
Akçay Stream	41°05' 30.99" N 37°07' 20.89" E	April 2016
Terme Stream	41°09' 34.03" N 36°53' 28.48" E	June 2015
Engiz Stream	41°28'55.48"N 36°02'49.58"E	August 2016

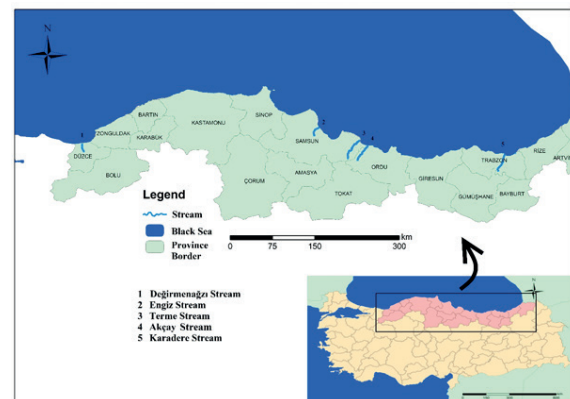


Figure 1. The map of study

50 samples from each locality were investigated for systematic position of *Crimean barbel*. Identification of the specimens was conducted following relevant literature (Geldiay and Balık, 2007; Kottelat and Freyhof, 2007; Polat and Uğurlu, 2011). A total of 49 samples for genetic studies were utilized in the laboratory.

DNA extraction

Caudal fin tissue of each samples were preserved in 98% ethanol and stored at -20°C until DNA extraction. Total genomic DNA was extracted from 15-20 mg of tissue by the INVITROGEN, PureLink™ Genomic DNA Tissue Kit using the following the manufacturer's protocol.

PCR amplifications and sequencing of *cyt b*

Fragment of the mtDNA, *cyt b* gene (1141 bp) was amplified by PCR using the following primers: the entire mitochondrial *cyt b* gene was amplified with primers located within the Glu tRNA (5'-GAAGAACCACCGTTGTTATTC-3') and Thr tRNA genes (5'-GATCTTCGGATTACAAGACC-3'). PCR was performed at 95 °C for 4 min, followed by 35 cycles at 95 °C for 30 s, 50 °C for 30 s, 72°C for 1 min 30 s, and a final extension at 72 °C for 5 min. PCR products were visualized in 1.5% agarose low-melting-point gels stained with ethidium bromide for band characterization via ultraviolet transillumination.

Sequencing was performed directly using the corresponding both forward and reverse PCR primers. Sequence analysis was carried out at the Macrogen sequencing service (Macrogen Inc., Amsterdam, Netherlands).

Sequence alignment and genetic analysis

Nucleotide sequences were initially aligned using Clustal X (Thompson et al., 1994) and the final alignment was done manually with BioEdit (Hall, 1999). mtDNA was analyzed to assess levels of pairwise nucleotide variation and determine the nucleotide composition for each population using MEGA 5 (Tamura et al., 2011). The number of haplotypes (H), haplotype diversity (h), nucleotide diversity (π), and the average number of nucleotide substitutions (K) were calculated using DnaSP v.5.10 (Librado and Rozas, 2009). Intra and inter-population genetic diversity was measured by the maximum likelihood estimation of the average number of nucleotide substitutions per site within and between populations (Nei, 1987). jModelTest v.0.1 (Posada, 2008) indicated that the best-fitting model of nucleotide substitution by Akaike Information Criterion (AIC) and Bayesian Information Criterion (BIC). Neighbor-Joining (NJ: Saitou and Nei, 1987), Maximum Parsimony (MP) and Maximum Likelihood (ML) algorithms are used to determine the phylogenetic relationships between populations. Relationships between the haplotypes and concordance with geographic sampling locations were assessed by constructing a statistically parsimony network at the 95% confidence interval using TCS 1.21 (Clement et al., 2000).

Maximum-likelihood phylogenetic analyses were performed using the BEST approach implemented

in PhyML, version 3.0.1, which combines NNI (nearest neighbor interchanges) and SPR (subtree pruning and regrafting) algorithms to maximize tree likelihood (Guindon and Gascuel 2003), and using the TIM1+I+G models with parameters estimated by jModelTest (Posada 2008): the base frequencies A=0.3068, C=0.3029, G=0.1286, T=0.2617, and the gamma shape parameter equal to 2.2500, -lnL= 4433.6746 for *cyt b*.

Phylogenetic relationships were inferred using different analytical approaches, performed with PAUP version 4.0b10 (Swofford, 2003) and PHYLIP v.3.68 (Felsenstein, 1993). Maximum parsimony (MP) analysis was conducted assuming equal weightings for all characters.

The population genetic structure was assessed by analyzing the molecular variance (AMOVA) (Excoffier et al., 1992) in ARLEQUIN v.2.0 (Schneider et al., 2000). SplitsTree (Huson and Bryant, 2006) were used to determine the relationships between haplotypes as another approach. *Barbus* and *Luciobarbus* species from GenBank database (AF090781, AF090780, KC465948, AF095605, AF145935, AF090784, AF090782, AF090791, AF090789, AF090786, AF095603 and AF090779) and also *Cyprinus carpio* (DQ868874.1-outgroup) were used in analyses

RESULTS

Sequence composition, nucleotide and haplotype diversity

In the present study, complete *cyt b* sequences (1141 bp) of *B. tauricus* from different localities were aligned. Among the 1141 nucleotide sites, 33 bp (2.89%) were variable, 31 bp (2.71%) were parsimony-informative across all samples. MtDNA *cyt b* sequences have already been used in inferring phylogenetic relationships among species (Brito et al., 1997; Machordom and Doadrio, 2001). Average nucleotide composition of adenine (A), thymine (T), cytosine (C), guanine (G) were examined as 28.11%, 27.19%, 29.26% and 15.37%, respectively. Sequence analysis of *cyt b* revealed 11 different haplotypes (Table 2). h and π were estimated as 0.7491 and 0.00474. The most common of the haplotypes identified was the Hap 4 (Table 3)

NJ, MP, ML trees were drawn using TIM1+I+G model (Figure 2, Figure 3, Figure 4). The *cyt b* sequences for 11 haplotypes were submitted in GENBANK under accession number MH013040-MH010350. Hap 6 (MH010345), Hap 7 (MH010346), Hap 10 (MH010349) were found to be at a different level from the other haplotypes (Figure 5). When the matrices of the pairwise relations of these three haplotypes were examined, it was observed that they were different from other haplotypes. The highest genetic distance was calculated between Hap 2 and Hap 7 (0.0117).

Table 2. Distribution of *cyt b* haplotypes determined for Crimean barbel sampled from the Black Sea Region (AS: Akçay Stream, ES: Engiz Stream, KS: Karadere Stream, TS: Terme Stream, DS: Değirmenağzı Stream)

Haplotypes	Base Position		Localities
	881111123344555666677888999991111		
	170125980607009444625349578890011		
	2131853951144056093461794702901		
	0243		
Hap 1	CTTAATCCACGAATAGAGTAACGCAAGGATCGA	AS	
Hap 2	.C.....	AS	
Hap 3	...G.....A.....	ES	
Hap 4	...G.....A....G	ES, KS, TS	
Hap 5	...G.....GA.....A....G	KS	
Hap 6	T..GGCTTGAAGGCG..ACGGTAT.G.AGCTAG	TS	
Hap 7	T..GGCTTGAAGGCGA.ACGGTAT.G.AGCTAG	TS	
Hap 8	...G.....G....A....G	TS	
Hap 9	...G.....G	TS	
Hap 10	T..GGCTTGAAGGCG...CGGT.T.G.AGCTAG	TS	
Hap 11	T.CG.....C....G.A....G	DS	

Table 3. Distribution and frequency of *cyt b* haplotypes of *B. tauricus* populations (AS: Akçay Stream, ES: Engiz Stream, KS: Karadere Stream, TS: Terme Stream, DS: Değirmenağzı Stream)

Haplotypes	AS	ES	KS	TS	DS	Total
Hap 1	6	-	-	-	-	6
Hap 2	3	-	-	-	-	3
Hap 3	-	1	-	-	-	1
Hap 4	-	10	9	3	-	22
Hap 5	-	-	1	-	-	1
Hap 6	-	-	-	1	-	1
Hap 7	-	-	-	1	-	1
Hap 8	-	-	-	1	-	1
Hap 9	-	-	-	2	-	2
Hap 10	-	-	-	1	-	1
Hap 11	-	-	-	-	10	10
Total	9	11	10	9	10	49

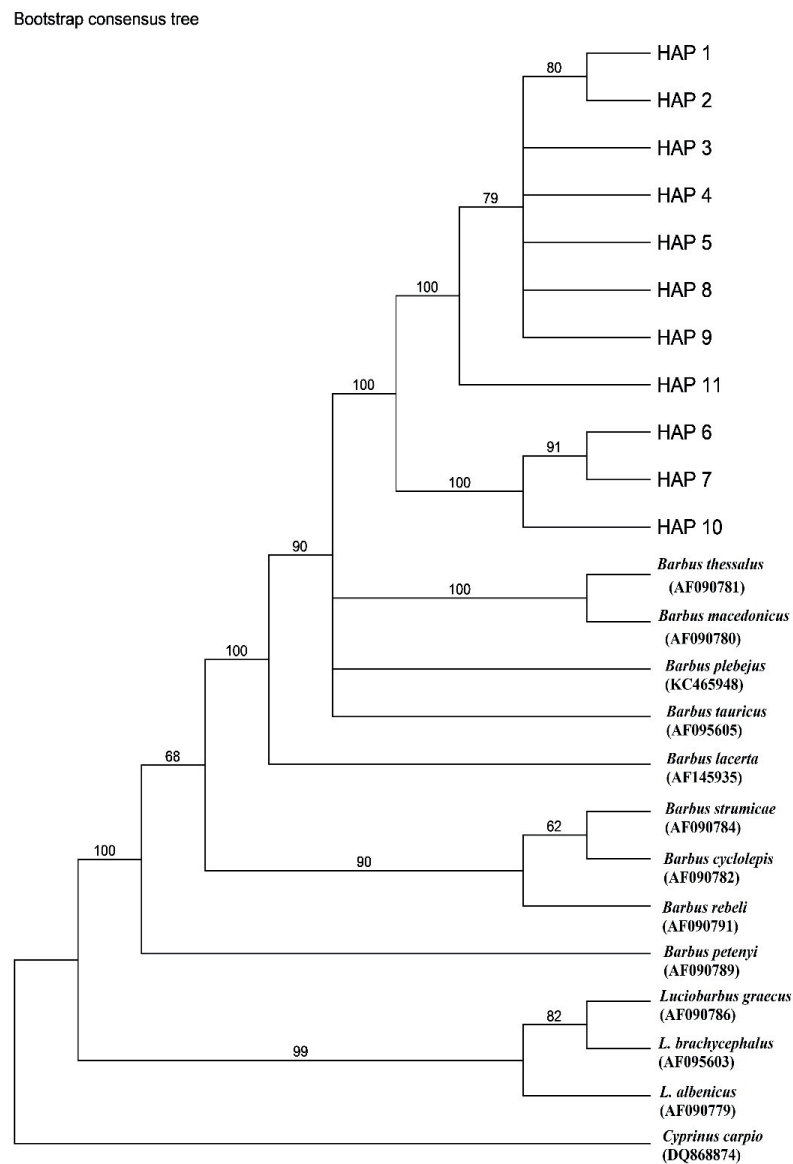


Figure 2. The NJ tree model was constructed for the cyt *b* gene region of the *B. tauricus* (1000 replicates)

Bootstrap consensus tree

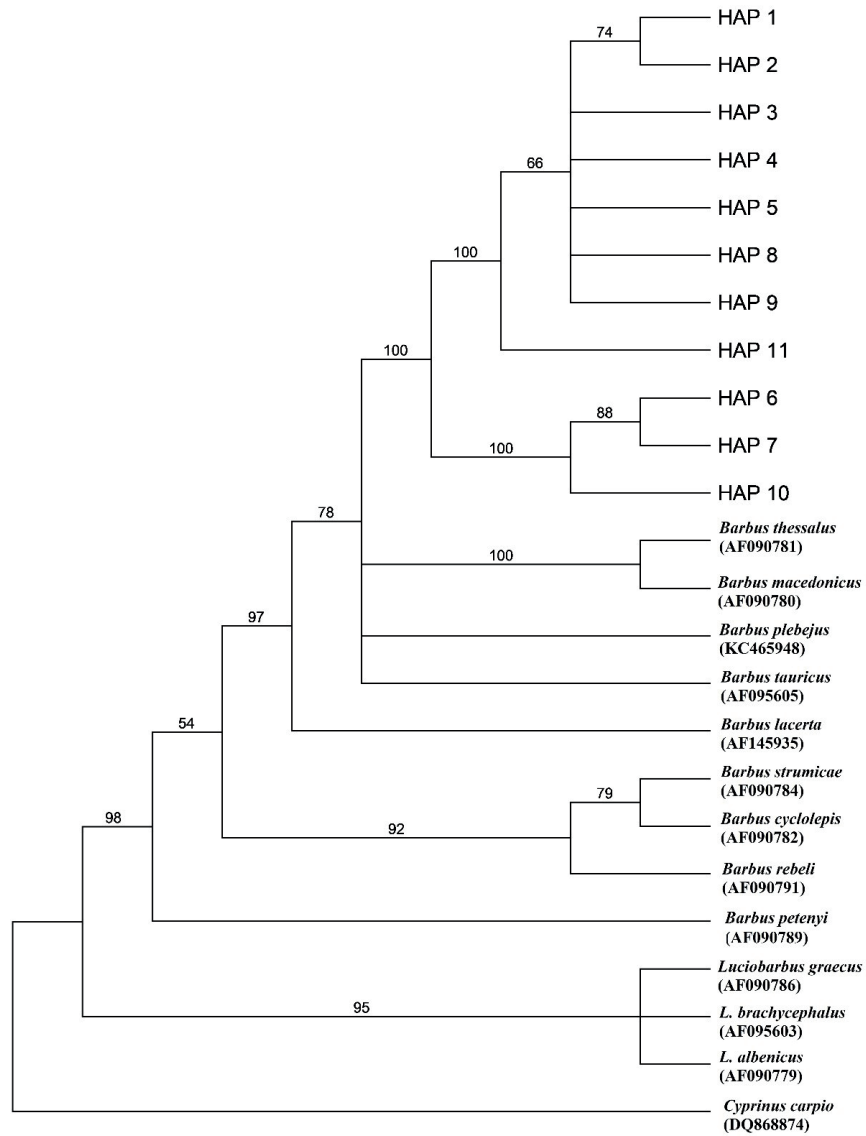


Figure 3. The MP tree model was constructed for the *cyt b* gene region of the *B. tauricus* (1000 replicates)

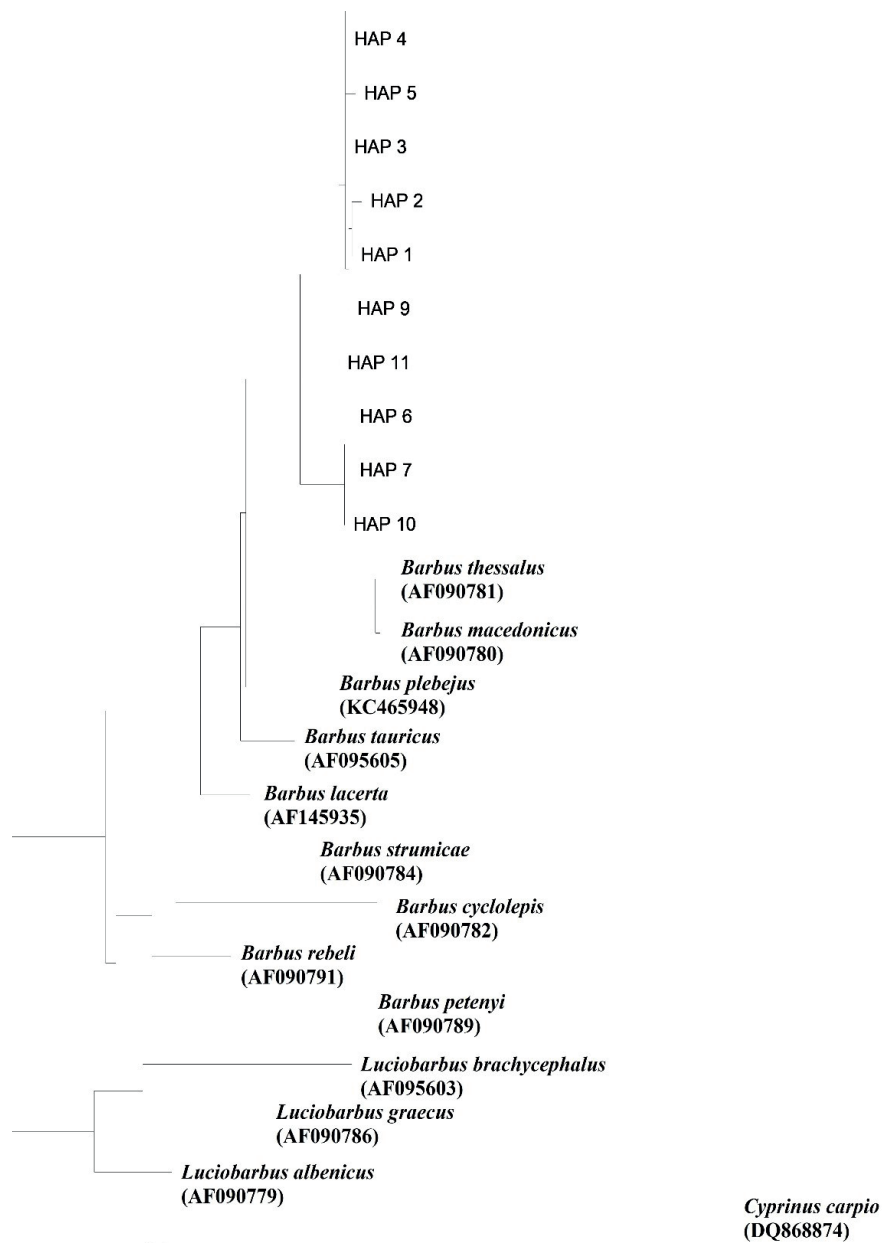


Figure 4. The ML tree model was constructed for the cyt b gene region of the *B. tauricus* (1000 replicates)

Molecular variance analysis (AMOVA)

AMOVA was performed using the ARLEQUIN for the analysis of the hierarchical distribution of the variance components. Assessment of the population structure

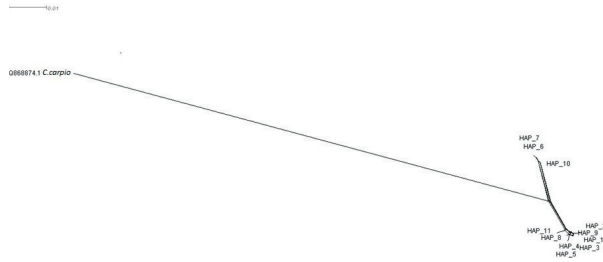


Figure 5. The tree model created using the SplitsTree program for the *cyt b* gene region

is an important part of population genetics. Variance components in groups, within groups, between populations, and within populations were tested against null distribution. It was found that 26.61% of the obtained findings were distributed among the groups, 32.70% among the populations within the groups and 40.69% within the populations for *cyt b* gene of 5 populations. The proportion of 'within the population' variance component is large (40.69%) and the variance components for the comparisons were statistically significant ($P < 0.001$) (Table 4). Multisample and multilocus F_{ST} values were found to be significantly higher than zero ($F_{ST} = 0.59310$), and the F_{ST} value calculated for all populations and loci confirms genetic heterogeneity in *B. tauricus* populations.

DISCUSSION

The Barbel is a complex polyphyletic group of Old World Cyprinidae that provides a fantastic model for

studying evolutionary phenomena in freshwater fish (Berrebi, 1995). The genus *Barbus* has been described by Myers (1961) as a 'monstrous aggregation'. At the present time, it is known that there are more than 1000 species of this genus together with their synonym names. The study of the speciation of the genus *Barbus* is an indirect means of understanding the evolution of the freshwater fish fauna and particularly that of the north Mediterranean basin (Berrebi, 1995). At the end of the Pleistocene, there was a giant freshwater lake in the Black Sea basin, which persisted for thousands of years and only became a sea in the Early Holocene (Ryan et al., 1997).

According to the phylogeographical evidence, this ancient lake system provided glacial refugia for fluvio-lacustrine barbels. Among these species included in genus *Barbus*, *B. tauricus* is one of the species with the widest distribution area. The main objective of this study was to detect genetic variability within and between the populations of Crimean barbel.

Cyt b gene has been preferred for both in-species and interspecific variations in many studies (Berrebi, 1995; Callejas and Ochando, 2002; Kartavtsev and Lee, 2006; Sakai et al., 2009; Marková et al., 2010; Zheng et al., 2016; Behera et al., 2017; Kumar et al., 2017). There are some studies about genetic structure of *Barbus* species from different regions performed on understanding the phylogeny among the species. Those studies were focused on sequence of only mtDNA data of a single or few specimens from each species (Tsigenopoulos and Berrebi, 2000; Machordom and Doadrio, 2001). However, there is no study that examines the variation among populations of *B. tauricus*. Tsigenopoulos et al (2002) investigated complete sequences of the *cyt b* in order to infer phylogenetic relationships between diploid, tetraploid and hexaploid 'Barbus' species is occurring in southern Africa. Kotlík et al (2004) reported sequence variation at the *cyt b* gene (1141

Table 4. Results of AMOVA analysis for *B. tauricus*

Source of Variation	df	Sum of Squares	Variance Components	Percentage of variation	F_{IS}	F_{ST}	F_{IT}	P value
Among groups	2	49.757	0.84961	26.61		0.5931*		< 0.001
Among populations within groups	2	22.926	1.04373	32.70	0.4455*			< 0.001
Within populations	44	57.154	1.29894	40.69			0.2662*	< 0.001
Total	48	129.839	3.19229					

bp) to assess the phylogeography of *Barbus* fishes in the Black Sea Region and indicate that the refugial *Barbus* populations remain as geographical isolates in the Black Sea region, continuing to diverge genetically from each other and from remaining populations. In this study, complete sequence (1141 bp) of *cyt b* was obtained, too. The results of present study also reveal the necessity of a genus-based revision because of phylogeographical lineages identified in the Black Sea barbels as suggested by Kotlík et al (2004). Zordoya and Doadrio (1999) were investigated evolutionary and biogeographical patterns of European Cyprinids, the results of that study provide a phylogenetic framework which turns out to be very useful in revising the systematics of some *Barbus* species. Tsigenopoulos and Berrebi (2000) were investigated molecular phylogeny of North Mediterranean freshwater *Barbus* species (21 different species except *B. tauricus*) inferred from *cyt b* sequences and observed important genetic divergence among species and subspecies of the genus *Barbus* and confirm the necessity for a taxonomic revision. The data obtained from the *cyt b* could help to identify new species. Antal et al. (2016) were discovered and described a new *Barbus* species, *B. biharicus* according to *cyt b* sequence data. Similarly, according to the results of this study, Hap 6, Hap 7, Hap 10 were different from the other haplotypes (Figure 5). That was interesting that these differences were not supported by morphological studies. The authors were planning more detailed studies on this subject.

AMOVA analysis was conducted to observe how genetic variation was distributed among populations and within populations. The results of AMOVA showed the presence of high (40.69%) within population variation which favored the haplotype differentiation.

REFERENCES

- Aboim, M.A., Menezes, M.G., Schlitt, D. & Rogers, A.D. (2005). Genetic structure and history of populations of the deep-sea fish *Helicolenus dactylopterus* (Delaroche, 1809) inferred from mtDNA sequence analysis. *Molecular Ecology*, 14: 1343–1354. DOI: [10.1111/j.1365-294X.2005.02518.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2005.02518.x)
- Adams, D.C., Rohlf, F.J. & Slice, D.E. (2004). Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*, 71: 5–16. DOI: [10.1080/11250000409356545](https://doi.org/10.1080/11250000409356545)
- Allendorf, F.W., Ryman, N. & Utter, F. (1987). Genetics and Fishery Management. (Editors: N. Ryman, Utter F.), in Past, Present and Future in Pop. Gen. Fish. Man., University of Washington Press, Seattle and London.
- Antal, L., László, B., Kotlík, P., Mozsár, A., Czegléd, I., Oldal, M., Kemenesi, G., Jakab, F. & Nagy, S.A. (2016). Phylogenetic evidence for a new species of *Barbus* in the Danube River basin. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 96: 187–194. DOI: [10.1016/j.ympev.2015.11.023](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.11.023)
- Livi et al (2013) evaluated the molecular and morphometric properties of the *Barbus* species sampled from Italy and reported 29.80% of *Barbus* spp. diversity within populations and 63.78% among groups. The results of the AMOVA analysis revealed that there were genetic differences among the populations ($P < 0.001$). The F_{ST} value is different from 0 and it is determined that this difference is statistically significant (Table 4).
- Genetic differentiation is important for developing strategies for conservation and management of a fish species. The genetic variations present in different fish stocks of a species affect the stocking programs and other related propagation practices (Allendorf et al., 1987; Clarke et al., 2015; Behera et al., 2017).
- This study was carried out to investigate the genetic diversity of *B. tauricus* living in some freshwater sources along the coast of Black Sea Region and to identify genetic differences using *cyt b* region. Cytochrome *b* sequences seem to provide a basis source of information that can improve taxonomic classification. Our genetic analyses revealed that *B. tauricus* populations are geographically structured, and this study will be useful in differentiating intra-specific genetic diversity in populations. Consequently, the results of the study should help planning the fisheries management and genetic conservation studies.
- ## ACKNOWLEDGEMENTS
- This study was financially supported by Ondokuz Mayıs University (Project No: PYO. 1901.13.008). We want to thank to Ondokuz Mayıs University Project Office. This study is a part of the PhD thesis of Melek Özpiçak supervised by Nazmi Polat.
- Avise, J.C. (1986). Mitochondrial DNA and the evolutionary genetics of higher animals. *Philosophical Transactions Royal Society B*, 312: 325–342.
- Bănărescu, P. & Bogutskaya, N.G. (2003). *Barbus Cuvier, 1816: The Freshwater Fishes of Europe Volume 5/II: (Cyprinidae 2/II): Barbus*. Aula Verlag GmbH, Wiebelsheim, Germany (GR), p. 1–10.
- Behera, B.K., Kunal, S.P., Baisvar, V.S., Meena, D.K., Panda, D., Pakrashi, S., Paria, P., Das, P., Debnath, D., Parida, P.K., Das, B.K. & Jena, J. (2017). Genetic variation in wild and hatchery population of *Catla catla* (Hamilton, 1822) analyzed through mtDNA *cyt b* region. *Mitochondrial DNA Part A*, 29: 126–131. DOI: [10.1080/24701394.2016.1253072](https://doi.org/10.1080/24701394.2016.1253072)
- Berrebi, P. (1995). Speciation of the genus *Barbus* in the North Mediterranean basin: Recent advances from biochemical genetics. *Biological Conservation*, 72: 237–249. DOI: [10.1016/0006-3207\(94\)00086-6](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00086-6)

- Bruto, R.M., Briolay, J., Galtier, N., Bouvet, Y. & Coelho, M.M. (1997). Phylogenetic relationships within genus *Leuciscus* (Pisces, Cyprinidae) in Portuguese fresh waters, based on mitochondrial DNA cytochrome *b* sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 8: 435–442. DOI: [10.1006/mpev.1997.0429](https://doi.org/10.1006/mpev.1997.0429)
- Cabral, H.N., Marques, J.F., Rego, A.L., Catarino, A.I., Figueiredo, J. & Garcia, J. (2003). Genetic and morphological variation of *Synaptura lusitanica* Capello, 1868, along the Portuguese coast. *Journal of Sea Research*, 50: 167–175. DOI: [10.1016/S1385-1101\(03\)00060-1](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(03)00060-1)
- Cadrin, S.X. (2000). Advances in morphometric identification of fisheries stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 91–112.
- Callejas, C. & Ochando, M.D. (2002). Phylogenetic relationships among Spanish *Barbus* species (Pisces, Cyprinidae) shown by RAPD markers. *Heredity*, 89: 36–43. DOI: [10.1038/sj.hdy.6800091](https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800091)
- Clarke, C.R., Karl, S.A., Horn, R.L., Bernard, A.M., Lea, J.S., Hazin, F.H., Prodöhl, P.A. & Shivji, M.S. (2015). Global mitochondrial DNA phylogeography and population structure of the silky shark, *Carcharhinus falciformis*. *Marine Biology*, 162: 945–955.
- Clement, M., Posada, D. & Crandall, K.A. (2000). TCS a computer program to estimate gene genealogies. *Molecular Ecology*, 9: 1657–1660. DOI: [10.1046/j.1365-294x.2000.01020.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2000.01020.x)
- Excoffier, L., Smouse, P.E. & Quattro, J.M. (1992). Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA Haplotypes: Application to Human Mitochondrial DNA Restriction Data. *Genetics*, 131: 479–491.
- Geldiay, R., & Balık, S. (2007). Freshwater Fishes of Turkey, İzmir, Turkey (TR), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Gilles, A., Lecomte, G., Faure, E., Chappaz, R. & Brun, G. (1998). Mitochondrial Phylogeny of the European Cyprinids: Implications for Their Systematics, Reticulate Evolution, and Colonization Time. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 10: 132–143. DOI: [10.1006/mpev.1997.0480](https://doi.org/10.1006/mpev.1997.0480)
- Guindon, S. & Gascuel, O. (2003). A simple, fast and accurate method to estimate large phylogenies by maximum-likelihood. *Systematic Biology*, 52: 696–704.
- Felsenstein, J. (1993). Phylogeny Inference Package (PHYLP). Version 3.5. University of Washington, Seattle.
- 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.
- He, S., Mayden, R.L., Wang, X., Wang, W., Tang, K.L., Chen, W.C. & Chen, Y. (2008). Molecular phylogenetics of the family Cyprinidae (*Actinopterygii*: *Cypriniformes*) as evidenced by sequence variation in the first intron of S7 ribosomal protein-coding gene: Further evidence from a nuclear gene of the systematic chaos in the family. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46: 818–829. DOI: [10.1016/j.ympev.2007.06.001](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.06.001)
- Huson, D.H. & Bryant, D. (2006). Application of phylogenetic networks in evolutionary studies. *Molecular Biology and Evolution*, 23: 254–267. DOI: [10.1093/molbev/msj030](https://doi.org/10.1093/molbev/msj030)
- Im, Y.J., So, H.S., Ji, H.S., Myoung, S.H. & Kim, J.K. (2017). Geographic variations of the mottled skate, *Beringraja pulchra* (Liu, 1932) (Rajidae) in the Yellow and East seas based on molecular and morphometric data. *Journal of Applied Ichthyology*, 33: 950–956. DOI: [10.1111/jai.13408](https://doi.org/10.1111/jai.13408)
- Kartavtsev, Y.P. & Lee, J.S. (2006). Analysis of nucleotide diversity at the cytochrome *b* and cytochrome oxidase 1 genes at the population, species, and genus levels. *Russian Journal of Genetics*, 42: 341–362.
- Kartavtsev, Y.P., Batischeva, N.M., Bogutskaya, N.G., Katugina, A.O. & Hanzawa, N. (2017). Molecular systematics and DNA barcoding of *Altai osmans*, *oreoleuciscus* (pisces, cyprinidae, and leuciscinae), and their nearest relatives, inferred from sequences of cytochrome *b* (Cyt-*b*), cytochrome oxidase *c* (Co-1), and complete mitochondrial genome. *Mitochondrial DNA Part A*, 28: 502–517. DOI: [10.3109/24701394.2016.1149822](https://doi.org/10.3109/24701394.2016.1149822)
- Kotlík, P., Bogutskaya, G. & Ekmekçi, F.G. (2004). Circum Black Sea phylogeography of *Barbus* freshwater fishes: divergence in the Pontic glacial refugium. *Molecular Ecology*, 13: 87–95. DOI: [10.1046/j.1365-294X.2003.02021.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2003.02021.x)
- Kotlík, P., Marková, S., Choleva, L., Bogutskaya, N.G., Ekmekçi, F.G. & Ivanova, P.P. (2008). Divergence with gene flow between Ponto-Caspian refugia in an anadromous cyprinid *Rutilus frisii* revealed by multiple gene phylogeography. *Molecular Ecology*, 17: 1076–1088. DOI: [10.1111/j.1365-294X.2007.03638.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2007.03638.x)
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). Handbook of European Freshwater Fishes. Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany (GR).
- Kumar, R., Pandey, B.K., Sarkar, U.K., Nagpure, N.S., Baisvar, V.S., Agnihotri, P., Awasthi, A., Misra, A. & Kumar, N. (2017). Population genetic structure and geographic differentiation in butter catfish, *Ompok bimaculatus*, from Indian waters inferred by cytochrome *b* mitochondrial gene. *Mitochondrial DNA Part A*, 28: 442–450. DOI: [10.3109/19401736.2015.1137898](https://doi.org/10.3109/19401736.2015.1137898)
- Li, D., Kang, D., Yin, Q., Sun, X. & Liang, L. (2007). Microsatellite DNA marker analysis of genetic diversity in wild common carp (*Cyprinus carpio* L.) populations. *Journal of Genetics and Genomics (Formerly Acta Genetica Sinica)*, 34: 984–993. DOI: [10.1016/S1673-8527\(07\)60111-8](https://doi.org/10.1016/S1673-8527(07)60111-8)
- Librado, P. & Rozas, J. (2009). DnaSP v.5: A software for comprehensive analysis for DNA polymorphism data. *Bioinformatics*, 25: 1451–1452.
- Livi, S., de Innocentiis, S., Longobardi, A., Cataudella, S., Tancioni, L., Rampacci, M. & Marino, G. (2013). Genetic structure of *Barbus* spp. populations in the Marches Region of central Italy and its relevance to conservation actions. *Journal of Fish Biology*, 82: 806–826. DOI: [10.1111/jfb.12021](https://doi.org/10.1111/jfb.12021)
- Machordom, A. & Doadrio, I. (2001). Evolutionary history and speciation modes in the cyprinid genus *Barbus*. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 268: 1297–1306. DOI: [10.1098/rspb.2001.1654](https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1654)
- Maes, G.E., Van Haudt, J.K.J., De Charleroy, D. & Volckaert, F.A.M. (2003). Indications for a recent Holarctic expansion of pike based on a preliminary study of mtDNA variation. *Journal of Fish Biology*, 63: 254–259. DOI: [10.1046/j.1095-8649.2003.00140.x](https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00140.x)
- Mahe, K., Villanueva, M.C., Vaz, S., Coppin, F., Koubbi, P. & Carpentier, A. (2014). Morphological variability of the shape of striped red mullet *Mullus surmuletus* in relation to stock discrimination between the Bay of Biscay and the eastern English Channel. *Journal of Fish Biology*, 84: 1063–1073. DOI: [10.1111/jfb.12345](https://doi.org/10.1111/jfb.12345)
- Marková, S., Šanda, R., Crivelli, A., Shumka, S., Wilson, I.F., Vukic,

- J., Berrebi, P. & Kotlík, P. (2010). Nuclear and mitochondrial DNA sequence data reveal the evolutionary history of *Barbus* (Cyprinidae) in the ancient lake systems of the Balkans. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 55: 488-500. DOI: [10.1016/j.ympev.2010.01.030](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.01.030)
- Murta, A.G. (2000). Morphological variation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Iberian and North African Atlantic: Implications for stock identification. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1240-1248. DOI: [10.1006/jmsc.2000.0810](https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0810)
- Myers, G.S. (1961). Preface to any future classification of the Cyprinid fishes of the genus *Barbus*. *Stanford Ichthyological Bulletin*, 7: 212-215.
- Myoung, S.H. & Kim, J.K. (2014). Genetic diversity and population structure of gizzard shad, *Konosirus punctatus* (Clupeidae, Pisces) in Korean waters based on mitochondrial DNA control region sequences. *Genes and Genomics*, 36: 591-598.
- Nei, M. (1987). *Molecular Evolutionary Genetics*. Columbia University Press.
- Pinheiro, A., Teixeira, C.M., Rego, A.L., Marques, J.F. & Cabral, H.N. (2005). Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso 1810) along the Portuguese coast. *Fisheries Research*, 73: 67-78. DOI: [10.1016/j.fishres.2005.01.004](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.01.004)
- Polat, N. & Uğurlu, S. (2011). Samsun İli Tatlı Su Balık Faunası, Turkey (TR), Ceylan Offset Baskı.
- Posada, D. (2008). jModelTest: Phylogenetic Model Averaging. *Molecular Biology and Evolution*, 25: 1253-1256.
- Raven, P.H. & Johnso, G.B. (1995). *Biology* (updated version). Third Edition. Wm. C. Brown publishers, Dubuque, Iowa. 399: 404-422.
- Ryan, W.B.F., Pitman, W.C.III, Major, C.O., Shimku, K., Moskalenko, V., Jones, G.A., Dimitrov, P., Görür, N., Sakiç, M. & Yüce, H. (1997). An abrupt drowning of the Black Sea shelf. *Marine Geology*, 138: 119-126. DOI: [10.1016/S0025-3227\(97\)00007-8](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(97)00007-8)
- Rylková, K. & Kalous, L. (2013). Genetic diversity in the genus *Carassius* (Teleostei: Cyprinidae) in the Czech Republic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 77: 73-79.
- Saccone, C., Gissi, C., Laneve, C., Larizza, A., Pesole, G. & Reyes, A. (2000). Evolution of the mitochondrial genetic system an overview. *Gene*, 261: 153-159. DOI: [10.1016/S0378-1119\(00\)00484-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1119(00)00484-4)
- Saitou, N. & Nei, M. (1987). The neighbor-joining method-a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4: 406-425. DOI: [10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454](https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454)
- Sakai, H., Iguchi, K., Yamazaki, Y., Sideleva, V.G. & Goto, A. (2009). Morphological and mtDNA sequence studies on three crucian carps (*Carassius*: Cyprinidae) including a new stock from the Ob River system, Kazakhstan. *Journal of Fish Biology*, 74: 1756-1773. DOI: [10.1111/j.1095-8649.2009.02203.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02203.x)
- Schneider, S., Roessli, D. & Excoffier, L. (2000). ARLEQUIN, Version 2.0: A Software for population genetic data analysis, Genetics and Biometry Laboratory, University of Geneva, Switzerland.
- Sevilla, R.G., Diez, A., Noren, M., Mouchel, O., Jérôme, M., Verres-Bagnis, V., Pelt, H.V., Favre-Krey, L., Krey, G. & The Fishtrace Consortium et al. (2007). Primers and polymerase chain reaction conditions for DNA barcoding Teleost fish based on the mitochondrial cytochrome b and nuclear rhodopsin genes. *Molecular Ecology Notes*, 7: 730-734. DOI: [10.1111/j.1471-8286.2007.01863.x](https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01863.x)
- Stilling, P.D. (1992). *Ecology: Theories and Applications*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 62-66.
- Swofford, D.L. (2003). PAUP: Phylogenetic analysis using parsimony (and other methods) Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. & Kumar, S. (2011). MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution*, 28: 2731-2739. DOI: [10.1093/molbev/msr121](https://doi.org/10.1093/molbev/msr121)
- 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: 4637-4680.
- Tsigenopoulos, C.S. & Berrebi, P. (2000). Molecular phylogeny of North Mediterranean freshwater barbs (Genus *Barbus*: Cyprinidae) inferred from cytochrome b sequences: biogeographic and systematic implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 14: 165-179. DOI: [10.1006/mpev.1999.0702](https://doi.org/10.1006/mpev.1999.0702)
- Tsigenopoulos, C.S., Rab, P., Naran, D. & Berrebi, P. (2002). Multiple origins of polyploidy in the phylogeny of southern African barbs (Cyprinidae) as inferred from mtDNA markers. *Heredity*, 88: 466-473.
- Zheng, L.P., Yang, J.X. & Chen, X.Y. (2016). Molecular phylogeny and systematics of the Barbinae (Teleostei: Cyprinidae) in China inferred from mitochondrial DNA sequences. *Biochemical Systematics and Ecology*, 68: 250-259. DOI: [10.1016/j.bse.2016.07.012](https://doi.org/10.1016/j.bse.2016.07.012) *Uteces nobissim ditium fugiae*

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Eğirdir Gölü (Isparta/Türkiye) su kalitesinin mevsimsel değişimi

Seasonal change of water quality in Eğirdir Lake (Isparta/Turkey)

Cafer Bulut^{1*} • Ayşegül Kubilay²

¹ Fisheries Research Institute, Eğirdir, Isparta, Turkey  <https://orcid.org/0000-0002-5525-170X>

² Department of Aquaculture, Eğirdir Fisheries Faculty, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey  <https://orcid.org/0000-0002-6043-2599>

*Corresponding author: caferbulut@gmail.com

Received date: 11.04.2018

Accepted date: 15.10.2018

How to cite this paper:

Bulut, C. & Kubilay, A. (2019). Seasonal change of water quality in Eğirdir Lake (Isparta/Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 13-23. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.02

Öz: Bu çalışma; 2013 yılı Nisan ile 2014 yılı Ocak ayları arasında gölü temsil edecek şekilde seçilen 9 istasyonda mevsimsel olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada Eğirdir Gölü'nün su kalitesi durumunun belirlenmesi amacıyla fiziko-kimyasal su kalitesi analizleri gerçekleştirilmiştir. Su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu (saturasyon), pH, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk parametreleri yerinde ölçülürken bulanıklık, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), sülfat (SO_4^{2-}), karbonat (CO_3^{2-}) ve bikarbonat (HCO_3^{2-}) alkalinitesi, kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), toplam sertlik (TS), amonyum (NH_4^{+1}), potasyum (K^{+1}), sodyum (Na^{+1}), silisyum (Si^{+1}), nitrit (NO_2^{-1}), nitrat (NO_3^{-1}), orto-fosfat (O-PO_4^{-3}) ölçümleri laboratuvarda titrimetrik ve spektrofotometrik yöntemlerle tayin edilmiştir. Çalışma sonucunda yerinde ölçülen parametrelerden ortalama olarak; su sıcaklığı 14,2 °C; çözünmüş oksijen 9,05 mg/L; pH 8,78; saturasyon %90,0; elektriksel iletkenlik 383,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve tuzluluk 0,28 ppt olarak belirlenmiştir. Laboratuvarda gerçekleştirilen parametrelerden ortalama olarak göl suyu bulanıklık düzeyi 1,08 NTU; KOİ 17,0 mg/L; SO_4^{2-} 26,57 mg/L; O-PO_4^{-3} 0,05 mg/L; NH_4^{+1} 0,035 mg/L; NO_2^{-1} 0,032 mg/L; NO_3^{-1} 1,2 mg/L; CO_3^{2-} alkalinitesi 21,1 mg/L; HCO_3^{2-} alkalinitesi 197,55 mg/L; Ca^{+2} 23,46 mg/L; Mg^{+2} 34,80 mg/L; toplam sertlik 20 °F; K^{+1} 2,82 mg/L; Na^{+1} 9,57 mg/L ve Si^{+1} 1,215 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Eğirdir Gölü su kalitesinin Kıta içi su kalite standartları göre fiziksel ve bazı kimyasal parametreler açısından I. Sınıf su karakterinde (Yüksek kaliteli su) olduğu, bununla birlikte azot ve fosfor düzeyleri açısından dikkat edilmesi gerektiği, bu kapsamda gölün korunabilmesi adına havzanın özelliklerine göre iyi bir koruma-kullanma planı uygulanması ve gerekli önlemlerin alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Eğirdir Gölü, fiziko-kimyasal parametre, mevsimsel değişim, su kalitesi

Abstract: This study was carried out seasonally in 9 stations selected to represent the lake in between April 2013 and January 2014. Physico-chemical water quality analyzes were carried out in order to determine water quality parameters of Eğirdir Lake. Water temperature, dissolved oxygen, oxygen saturation, pH, electrical conductivity and salinity parameters were measured in situ. Turbidity, chemical oxygen demand (COD), sulphate (SO_4^{2-}), carbonate (CO_3^{2-}) and bicarbonate (HCO_3^{2-}) alkalinity, calcium (Ca^{+2}), magnesium (Mg^{+2}), total hardness (TS), ammonium (NH_4^{+1}), potassium (K^{+1}), sodium (Na^{+1}), silicon (Si^{+1}), nitrite (NO_2^{-1}), nitrate (NO_3^{-1}) and orthophosphate (O-PO_4^{-3}) were determined by titrimetric and spectrophotometric methods in the laboratory. On the average of the parameters in the obtained; water temperature 14,2 °C; dissolved oxygen 9,05 mg/L; pH 8,78; saturation 90,0%; electrical conductivity 383,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and salinity 0,28 ppt as was determined. Parameters performed in the laboratory, on average, the turbidity 1,08 NTU; COD 17,0 mg/L; SO_4^{2-} 26,57 mg/L; O-PO_4^{-3} 0,05 mg/L; NH_4^{+1} 0,035 mg/L; NO_2^{-1} 0,032 mg/L; NO_3^{-1} 1,2 mg/L; CO_3^{2-} alkalinity 21,1 mg/L; HCO_3^{2-} alkalinity 197,55 mg/L; Ca^{+2} 23,46 mg/L; Mg^{+2} 34,80 mg/L; TS 20 °F; K^{+1} 2,82 mg/L; Na^{+1} 9,57 mg/L and Si^{+1} 1,215 mg/L as was determined. As a result of the study, it was determined that water quality of Eğirdir Lake is Class I water quality (High quality water) in terms of physical and some chemical parameters according to inland water quality standards. However, attention has to be paid to nitrogen and phosphorus. In this context, it is necessary to apply a good protection-use plan and program according to the characteristics of the basin and to take the necessary precautions in order to protect the lake.

Keywords: Eğirdir Lake, physico-chemical parameter, seasonal change, water quality

GİRİŞ

Su, canlıların bütün biyolojik yaşamı ve bütün insan faaliyetlerinde ihtiyaçtır. Su, yaşam ortamının oluşmasında temel öğelerden biri olduğu gibi aynı zamanda kendisi de bir yaşam ortamıdır. Yaşam için olmazsa olmaz ön koşullardan biri olduğu için yaşam ortamında bulunması ve kalitesi de büyük önem taşımaktadır (Yanık vd., 2001; Akın ve Akın, 2007).

Yeryüzünün $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olmasına karşın içilebilir nitelikteki su oranı ancak % 0,74 civarındadır. XVIII. yüzyılın son çeyreğinde, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyara, 2008 sonunda ise yaklaşık 7,5 milyara ulaşmıştır (Sönmez vd., 2008). Dünya nüfusunun bu denli hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin gelişmesi ve çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada kullanılabilir ve içilebilir su miktarının giderek azalmasına neden olmaktadır (Dağlı, 2005; Atalık, 2006).

Gölleri bölgesinde ve Isparta ilinin Eğirdir, Gelendost, Yalvaç ve Senirkent ilçeleri sınırları içerisinde yer alan Eğirdir Gölü; Türkiye'nin ikinci büyük tatlı su gölü olup, Isparta ili Eğirdir İlçesi'nin kuzeyinde, kuzey-güney doğrultusunda uzanan tektonik kaynaklı bir göldür (Anonim, 1999).

Ortalama 482 km² yüzey alanına sahip olan göl

deniz seviyesinden yüksekliği 917 m civarındadır. Gölün su girdisini yağmur ve kar suları, bir kısmı yaz aylarında kuruyan göle akan küçük dereler, göl çevresindeki yeraltı su kaynakları ve göl tabanındaki kaynak suları oluşturmaktadır. Su giderini ise başta buharlaşma olmak üzere Kovada kanalına verilen su ile sulama amaçlı alınan su ve başta Isparta İl merkezine alınan içme suyu, düdenler vasıtasıyla meydana gelen kayıplar oluşturmaktadır (Güneş vd., 2001; Güneş vd., 2011; WWF, 2013; Keskin vd., 2017). Bu çalışma Eğirdir Gölü su kalitesi durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

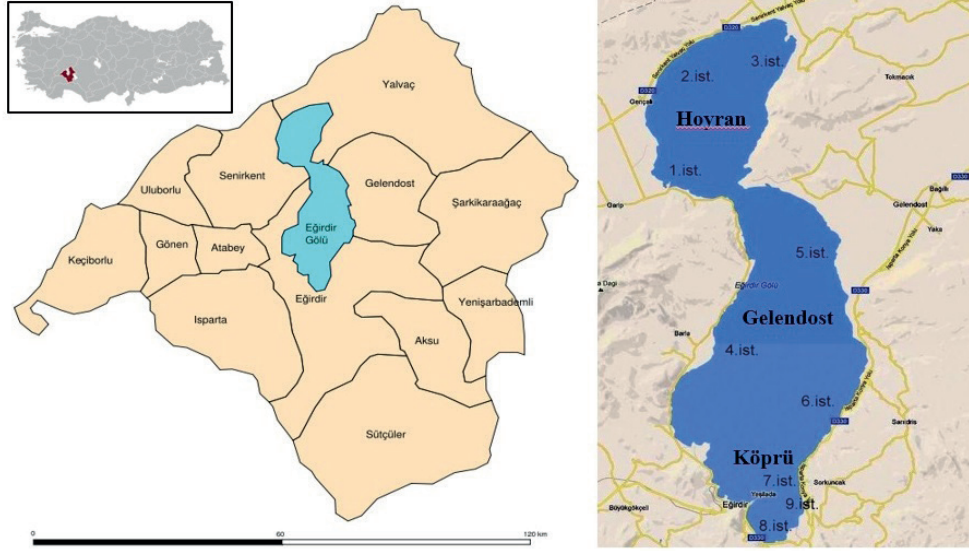
MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma sahası ve örnekleme noktaları

Araştırma kapsamında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde Eğirdir Gölü'nde 9 örnekleme noktasında su örnekleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. İlkbahar örnekleme 2013 yılı Nisan ayı, yaz örnekleme 2013 yılı Temmuz ayı, sonbahar örnekleme 2013 yılı Ekim ayı ve kış örnekleme de 2014 yılı Ocak ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yerleri Kayaagzı, Taşevi, Aşağıtirtar, Barla, Gelendost, Sarıidris, Yeşilada, Eğirdir Hastane ve Aksu Çayı girişi bölgesi örnekleme istasyonları olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Eğirdir Gölü su kalitesi örnekleme istasyonları, koordinat ve ortalama derinlikleri Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Eğirdir Gölü su kalitesi örnekleme istasyonları, koordinat ve ortalama derinlikleri
Table 1. Water quality sampling stations, coordinates and average depths in Eğirdir Lake

İstasyonlar	İstasyonun Adı	Koordinat	Ortalama Derinlik
1.İstasyon	Senirkent Kayaagzı	38°09'10.64"N 30°45'44.47"E	3,5 m.
2.İstasyon	Yalvaç Taşevi	38°15'43.48"N 30°49'22.37"E	4,5 m.
3.İstasyon	Yalvaç Aşağıtirtar	38°14'55.70"N 30°53'17.77"E	3,9 m.
4.İstasyon	Eğirdir Barla	37°59'43.82"N 30°49'10.48"E	5,8 m.
5.İstasyon	Gelendost	38°05'22.50"N 30°55'50.69"E	4,3 m.
6.İstasyon	Eğirdir Sarıidris	37°57'46.31"N 30°56'29.37"E	4,5 m.
7.İstasyon	Eğirdir Yeşilada	37°52'55.63"N 30°53'41.17"E	8,1 m.
8.İstasyon	Eğirdir Hastane	37°51'41.52"N 30°51'02.18"E	4,3 m.
9.İstasyon	Eğirdir Aksu Çayı Girişi	37°50'53.26"N 30°53'08.06"E	4,9 m.



Şekil 1. Eğirdir Gölü su kalitesi örnekleme noktaları
Figure 1. Water quality sampling points in Eğirdir Lake

Yöntem

Eğirdir Gölü'nde 9 örnekleme noktasında su sıcaklığı, pH, çözülmüş oksijen içeriği, saturasyon, tuzluluk ve elektriksel iletkenlik ölçümleri YSI marka Multiplus arazi ölçüm seti ile arazide gerçekleştirilmiştir. Daha sonra örnekleme noktalarından 1 L'lik kahverengi şişeler vasıtasıyla örnekler alınarak Eğirdir Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kimya Laboratuvarı'nda sular fiziksel ve kimyasal yönden tayin edilmiştir. Fiziksel ve kimyasal analizler APHA, 1995 ve Egemen ve Sunlu, 1996'da yer alan metodlara göre yapılmıştır. Bulanıklık türbidimetre ile direkt ölçülürken SO_4^{2-} , baryum klorür yöntemiyle; O-PO_4^{3-} , fosfor molibden mavi yöntemiyle; KOİ, kromosülfürik asit oksidasyon yöntemiyle spektrofotometrik; NO_2^{-1} , Griess reaksiyon yöntemiyle; NO_3^{-1} , 2,6- dimetil fenol yöntemiyle; NH_4^{+1} , indofenol mavi yöntemiyle spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir. TS; kompleksyon yöntemiyle, CO_3^{2-} ve HCO_3^{2-} alkalinitesi, asidimetrik yöntem ile titrimetrik olarak tayin edilmiştir. Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+1} , Na^{+1} , ve Si^{+1} ise Acme Laboratuvarı (Kanada)'nda ICP-MS cihazı ile analiz edilmiştir. Ayrıca örnek alınan noktaların derinlikleri derinlik ölçer ve ışık geçirgenliği ise Secchi diski yardımı ile yerinde ölçülmüştür.

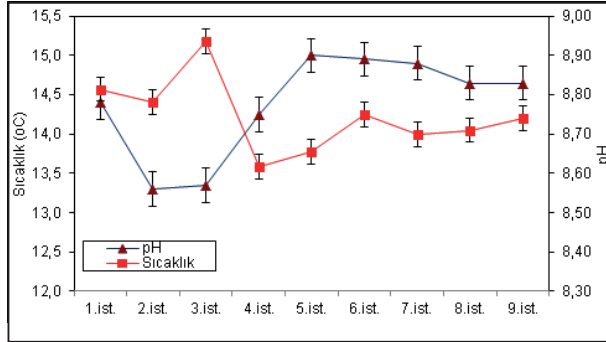
Çalışma sonucunda elde edilen verilerle ilgili Microsoft Excel programı kullanılarak çizelgeler hazırlanmış, her bir değer için minimum, maksimum, ortalama değer ve standart sapmaları (S.D.) hesaplanarak belirtilmiştir. SPSS paket programı

yardımıyla bütün verilere varyans analizi (ANOVA) ve istasyonlar arasındaki farkı görebilmek için de Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farkın önem durumu harflendirilerek gösterilmiş ve anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

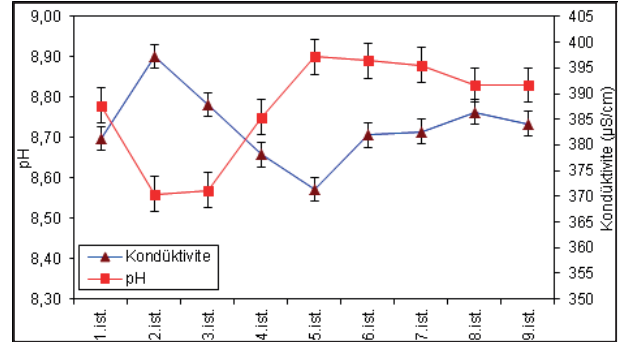
Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde ulusal ve uluslararası standart ve kriterden yararlanılmıştır. Eğirdir Gölü su kalitesi verilerinin değerlendirilmesinde Yerüstü Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kalite Kriterleri'ne (Anonim, 2016) göre değerlendirilmiştir. Ayrıca sonuçlar daha önceki yıllarda Eğirdir Gölü'nde yapılan çalışma sonuçları ile karşılaştırılıp irdelenmiştir.

BULGULAR

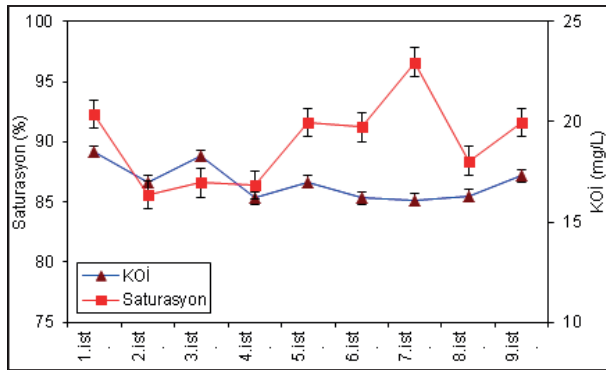
Eğirdir Gölü'nde belirlenen istasyonlardan alınan su örneklerinin mevsimsel su kalitesi analiz sonuçları Şekil 2; Şekil 3; Şekil 4; Şekil 5; Şekil 6; Şekil 7; Şekil 8; Şekil 9; Şekil 10; Şekil 11 ve Şekil 12'de verilmiştir. Eğirdir Göl suyu sıcaklığı 4,0-27,7 °C arasında olup ortalama su sıcaklığı 14,2 °C'dir. Sıcaklık değişimleri ortalama olmak üzere ilkbahar mevsiminde 12,4 °C, yaz mevsiminde 25,9 °C, sonbahar mevsiminde 13,6 °C ve kış mevsiminde ise 5,0 °C olarak belirlenmiştir. Göl suyu pH'sı 8,16-9,19 arasında olup ortalama 8,78 olarak tespit edilmiştir. Göl suyu pH'sı ortalama ilkbahar mevsiminde 8,91, yaz mevsiminde 9,02, sonbahar mevsiminde 8,71 ve kış mevsiminde ise 8,45 olarak belirlenmiştir (Şekil 2).



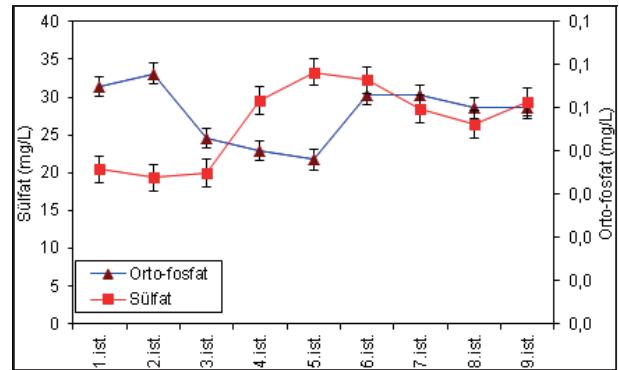
Şekil 2. Eğirdir Gölü mevsimsel su sıcaklık ve pH içerik grafiği
Figure 2. Seasonal water temperature and pH content graph of Eğirdir Lake



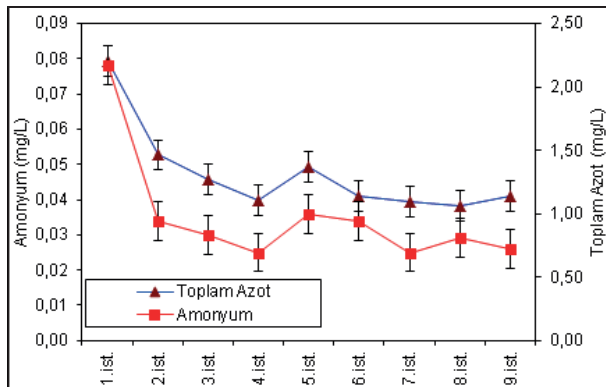
Şekil 3. Eğirdir Gölü mevsimsel pH ve elektriksel iletkenlik (kondüktivite) grafiği
Figure 3. Seasonal pH and electrical conductivity (conductivity) graph of Eğirdir Lake



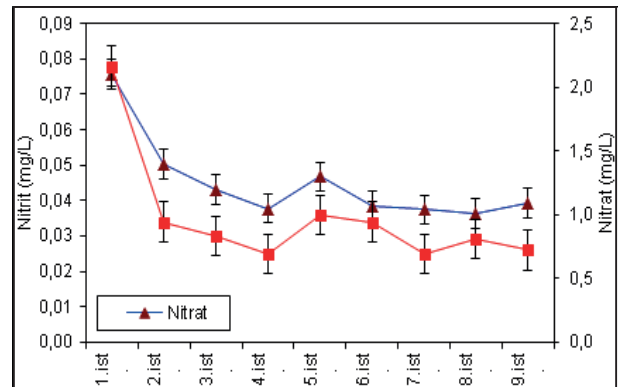
Şekil 4. Eğirdir Gölü mevsimsel oksijen doygunluğu (satürasyon) ve KOİ grafiği
Figure 4. Seasonal oxygen saturation and COD graph of Eğirdir Lake



Şekil 5. Eğirdir Gölü mevsimsel sülfat ve orto-fosfat grafiği
Figure 5. Seasonal sulphate and ortho-phosphate graph of Eğirdir Lake



Şekil 6. Eğirdir Gölü mevsimsel amonyum ve toplam azot grafiği
Figure 6. Seasonal ammonium and total nitrogen graph of Eğirdir Lake



Şekil 7. Eğirdir Gölü mevsimsel nitrit ve nitrat grafiği
Figure 7. Seasonal nitrite and nitrate graph of Eğirdir Lake

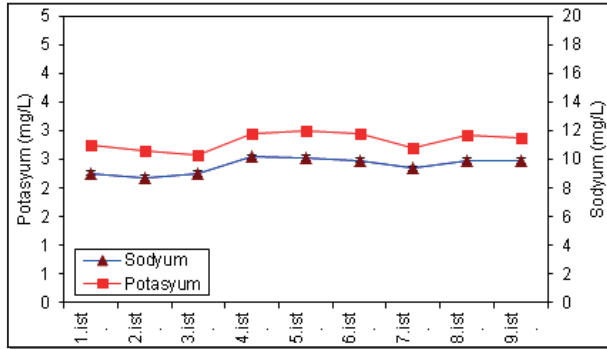
Eğirdir Gölü çözülmüş oksijen içeriği 7,27-10,93 mg/L arasında ölçülmüş olup ortalama 9,05 mg/L olarak belirlenmiştir. Çözülmüş oksijen değişimleri ilkbahar mevsiminde ortalama 9,64 mg/L, yaz mevsiminde ortalama 8,12 mg/L, sonbahar mevsiminde 8,81 mg/L ve kış mevsiminde ise 9,62 mg/L olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri 357,4-426,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olup ortalama 383,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Mevsimsel elektriksel iletkenlik değerleri ortalama ilkbahar mevsiminde 375,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yaz mevsiminde 398,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sonbahar mevsiminde 391,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve kış mevsiminde ise 367,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak gerçekleşmiştir. Secchi derinlik ölçümleri 0,7 m ile 6,0 m arasında değişmiş olup ortalama 2,9 m olarak belirlenmiştir. Mevsimsel Secchi derinliği ise ortalama olarak ilkbahar mevsiminde 1,9 m, yaz mevsiminde 4,1 m, sonbahar mevsiminde 3,7 m ve kış mevsiminde ise 1,9 m olarak gerçekleşmiştir.

Diğer su kalitesi parametrelerinden göl suyu sülfat konsantrasyonu 11,12-42,24 mg/L (ort.: 26,57 mg/L); orto-fosfat konsantrasyonu 0,01-0,08 (ort.: 0,05);

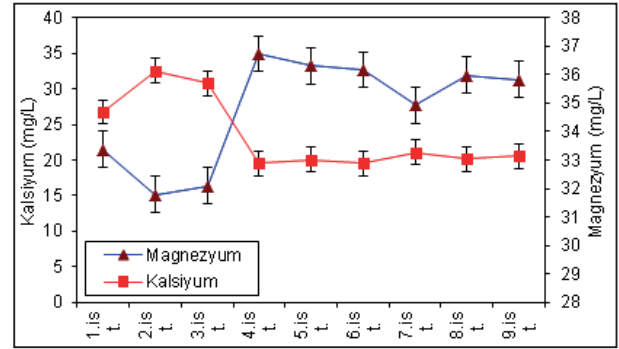
amonyum (NH_4^{+1}) konsantrasyonu 0,011-0,124 mg/L (ort.: 0,035 mg/L); toplam azot (TN) konsantrasyonu 0,45-3,09 mg/L (ort.:1,28 mg/L); nitrit (NO_2^{-1}) konsantrasyonu 0,021-0,074 mg/L (ort.: 0,032 mg/L); nitrat (NO_3^{-1}) konsantrasyonu 0,4-2,9 mg/L (ort.: 1,2 mg/L) arasında değişim göstermiştir.

Bulanıklık 0,38-2,70 NTU (ort.:1,08 NTU); oksijen doygunluk (saturasyon) oranı %73,0-113,1 (ort.:90,0); tuzluluk 0,25-0,32 (ort.:0,28) ppt; kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) 11,3-26,6 mg/L (ort.: 17,0 mg/L); karbonat alkalitesi 5,4-46,8 mg/L (ort.: 21,1 mg/L); bikarbonat alkalitesi 134,20-298,90 mg/L (ort.:197,55 mg/L) arasında değişim göstermiştir.

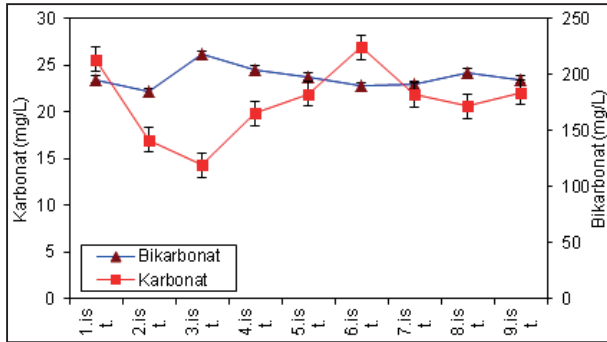
Kalsiyum (Ca^{+2}) 14,93-39,84 mg/L (ort.:23,46 mg/L); magnezyum (Mg^{+2}) 26,62-38,52 mg/L (ort.:34,80 mg/L); toplam sertlik (TS) 18-23 °F (ort.:20 °F); potasyum (K^{+1}) 1,79-3,46 mg/L (ort.: 2,82 mg/L); sodyum (Na^{+1}) 7,22-11,65 mg/L (ort.:9,57 mg/L) ve silisyum (Si^{+1}) 0,517-2,734 mg/L (ort.:1,215 mg/L) arasında değişim göstermiştir.



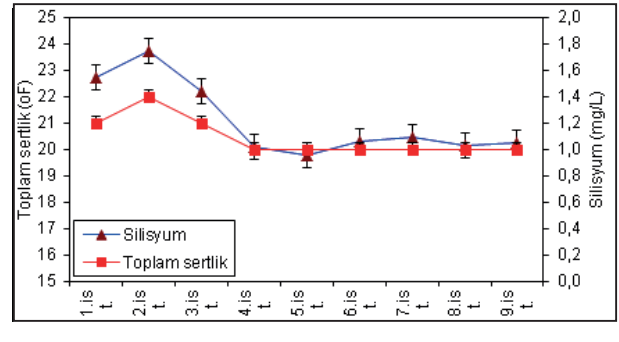
Şekil 8. Eğirdir Gölü mevsimsel potasyum ve sodyum grafiği
Figure 8. Seasonal potassium and sodium graph of Eğirdir Lake



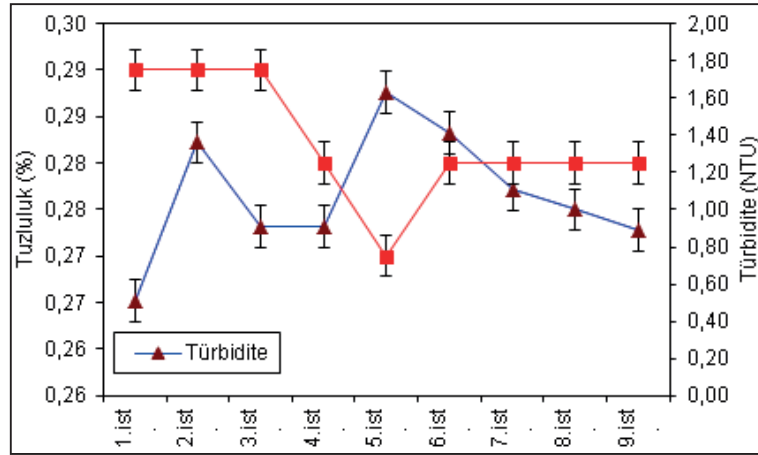
Şekil 9. Eğirdir Gölü mevsimsel kalsiyum ve magnezyum grafiği
Figure 9. Seasonal calcium and magnesium graph of Eğirdir Lake



Şekil 10. Eğirdir Gölü mevsimsel karbonat ve bikarbonat grafiği
Figure 10. Seasonal carbonate and bicarbonate graph of Eğirdir Lake



Şekil 11. Eğirdir Gölü mevsimsel toplam sertlik ve silisyum grafiği
Figure 11. Seasonal total hardness and silicon graph of Eğirdir Lake



Şekil 12. Eğirdir Gölü mevsimsel tuzluluk ve türbidite grafiği
Figure 12. Seasonal salinity and turbidity graph of Eğirdir Lake

TARTIŞMA

Eğirdir Gölü su kalitesi izleme çalışmaları ilk kez 1953 yılında Numann (1958) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile başlamış ve o çalışmadan bu yana Eğirdir Gölü'nde pek çok araştırmacı farklı metodlar kullanarak birçok analiz ve ölçüm gerçekleştirmiştir. Çalışmalarda araştırmacılar farklı metod ve analiz teknikleri kullandıkları için elde edilen sonuçlar da birbirinden farklılık göstermiştir. Bu yüzden aylık ölçüm sonuçları elde edilen çalışmalar ayrı ayrı değerlendirilmiş ve genel görüşler ortaya konulmuştur.

Yapılan çalışma sonuçları irdelendiğinde göl suyunda ölçülen su sıcaklık değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2016) Su Kalite Sınıfları Tablo 1'de tavsiye edilen değerlere uygun olduğu ve Kategorilere Göre Kalite Standartlarına göre de A1-K Kalite Standardını sağladığı görülmektedir. Erk'akan ve Bayrak (1992) tarafından 1988 yılında yapılan çalışmada ortalama sıcaklık 15 °C olarak belirlenirken, Bulut vd. (2009), 2005 yılında aylık gerçekleştirildikleri çalışmada 15,5 °C; Yağcı vd., (2013) 2010 yılında yaptıkları çalışmada 15,8 °C ve bu çalışmada ise 14,2 °C olarak belirlenmiştir. Göl ortalama sıcaklığının 1989'dan bu yana önemli bir değişim göstermediği belirlenmiştir.

Göl suyundaki yüksek pH, göl etrafındaki kireç taşlarından kaynaklanmaktadır. Zira kireç taşları yüksek oranda alkalilik özelliği gösteren maddeler olup su içerisinde çözündüğünde su ortamının pH'sını yükseltmektedir. Göl suyu pH değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nde (Anonim, 2016) I. Sınıf sular için tavsiye edilen değerler ve Tablo 2: Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Göllerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerlerini aşmamıştır. İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların

Kalitesine Dair Yönetmelik (79/869/AB ile değişik 75/440/AB, 20.11.2005 tarih ve 25999 sayılı Yönetmelik) Kategorilerine Göre Kalite Standartları'nda tavsiye edilen A1-K değerlerine uygundur.

Oksijen, yaşam için olmazsa olmaz koşulu taşıdığından su ürünleri ve su hayatı için önemli bir parametredir. Suyun kalitesini gösteren en önemli değer çözünmüş O₂ miktarıdır (Göksu, 2003). Çalışma süresinin tamamına ait sonuçlar dikkate alındığında göl suyunda ölçülen çözünmüş oksijen miktarı ve doygunluğunun, iyi bir su kalitesi için tavsiye edilen değerleri fazlasıyla sağladığı görülmektedir (ortalama 9,05 mg/L). Bu parametre bakımından göl içinde tabakalaşma gözlenmemiştir. Göl yüzey alanının oldukça geniş ve hâkim rüzgârlara açık oluşu ve yıl boyunca esen rüzgârlarla göl suyu oldukça iyi karışmaktadır. Özellikle kış mevsimi süresince su-atmosfer etkileşiminden sudaki çözünmüş oksijen seviyesinin arttığı anlaşılmıştır. Çözünmüş oksijen seviyesinin artışında yüksek oluşunda su-atmosfer ilişkisinden ziyade göl tabanının büyük kısmına yayılan su içi bitkileri belirleyici olmuştur. Oksijenin suda çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılı olarak değişim göstermektedir (Tanyolaç 2000).

Eğirdir Gölü nitrat (NO₃⁻¹) değerleri 0,4-2,9 mg/L arasında olup ortalama 1,2 mg/L olarak belirlenmiştir. Mevsimsel NO₃⁻¹ değişimleri incelendiğinde ise ilkbahar döneminde ortalama 1,1 mg/L, yaz döneminde 1,8 mg/L, sonbahar döneminde 1,1 mg/L ve kış döneminde ise 1,1 mg/L olarak belirlenmiştir. Güneş vd. (2011), göl suyunda ölçülen nitrat azotu değerlerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2016) Tablo:1'de tavsiye edilen değerler itibarıyla I. Sınıf su kalitesine dâhil olduğunu bununla birlikte mevcut değerlerin alg üretimini teşvik edici konsantrasyonlar olduğunu, bu

bakımdan göldeki azot oranını artırıcı faaliyetlerden (evsel atıklar, zirai ve hayvansal faaliyetler) kaçınmak gerektiğini bildirmiştir.

Sulardaki nitritin kökeni azottur. Nitrit, sularda amonyak ile nitrat arasındaki geçiş formu su ortamlarında nitritin bulunması, çoğunlukla sulara organik madde karışığının bir göstergesidir. Nitrit, azotun oksidasyonu sonucunda oluştuğu için, sularda çözünmüş oksijen miktarının azalmasına neden olmaktadır. Eğirdir Gölü nitrit (NO_2^{-1}) ölçümlerine göre, göl suyu NO_2^{-1} içeriği 0,021 mg/L ile 0,074 mg/L arasında değişmekte olup ortalama 0,032 mg/L olarak belirlenmiştir. Göl suyunda ölçülen nitrit azotu değerleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2016) Tablo:1'de tavsiye edilen değerler itibarıyla I.Sınıf su kalitesi özelliği göstermektedir. Bununla birlikte mevcut değerler özellikle etkileşimin fazla olduğu yaz ve sonbahar dönemlerinde nitrata geçişi hızlandırabilecek alg üretimini teşvik edici konsantrasyonlardır. Bu bakımdan göldeki azot (N) oranını artırıcı faaliyetlerden (evsel atıklar, zirai ve hayvansal faaliyetler) kesinlikle kaçınmak gerekmektedir.

Eğirdir Gölü amonyum (NH_4^{+1}) ölçümleri 0,011-0,124 mg/L arasında olup ortalama 0,035 mg/L'dir. Yapılan istatistik analizlerde ise 1.istasyon (Kayaagzı) ile diğer bütün istasyonlar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Eğirdir Gölü amonyum azotu konsantrasyonu bakımından I.Sınıf su kalitesinde olup bunda gölün kendini sürekli yenileyen özelliğinin büyük etkisi mevcuttur. Zira yapılan araştırmalar Eğirdir Gölü'nün her yıl 1/3 oranında yenilendiğini göstermiştir (Keskin vd., 2017). Bununla birlikte göl için en büyük risk özellikle dereler vasıtasıyla yağmurlu dönemlerde göle ulaşan organik maddenin sedimentte birikimi ve otlama olarak göze çarpmaktadır.

Güneş vd. (2011), göl su kalitesi için (azotla birlikte) belirleyici besin elementi olan orto-fosfatın ölçüm zamanına ve noktalarına bağlı dağılım ve değişiminde tespit edilen değerler oldukça düşük seviyelerde olduğunu, ölçülebilen en yüksek değer 4,19 $\mu\text{g/L}$ (0,0041 mg/L) olup analitik ölçüm sınırının altında olduğunu bununla birlikte Eğirdir Gölü'nün orto-fosfat konsantrasyonu bakımından ultra oligotrofik özelliğe sahip iken, toplam fosfor konsantrasyonu bakımından bu özelliğini kaybettiğini ayrıca daha ileriki trofik kademeye ulaşmaması için, evsel ve hayvansal atıkların özellikle gübre kullanımlarının kontrol altına alınması ve mümkün olduğu kadar göl suyuna karışmaması gerektiğini bildirmiştir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada göl suyunda ölçülen fosfat değerleri itibarıyla Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2016) Tablo 1: Su Kalite Sınıflarına göre I.ve II. Sınıf sular arasında özellik gösterdiğini aynı değerlerin A1-K Kalite Standardına dâhil olduğunu yine aynı değerlerin

Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2016) Tablo 2: Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri, Doğal Koruma ve rekreasyonunda tavsiye edilen (0,005 mg/L veya 5 $\mu\text{g/L}$) seviyenin üstünde olduğunu, mevcut sonuçların 2000-2001 (Güneş vd., 2001) çalışma sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, genel olarak fosfat seviyesinde belirgin bir artış göstermediğini bildirmişlerdir.

Göl suyunda tayin edilen fosfatlar Kalite Standardı bakımından A1-K değerini sağlamakta ise de, fosfat besin elementinin özellikle azotla birlikte göl su kalitesi için (alg üretimi ve ötrofikasyon açısından) son derece önemli olduğu ve bu parametrenin mutlak surette kaynağında kontrol altına alınmasının önemli olduğu dikkate alınmalıdır. Fosfatın göllerde miktarı sınırlıdır. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlandırılmıştır. Suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan da geçebilir (Güler ve Çobanoğlu 1997). Fosfat, oksijenli koşullarda derin göllerin bentiğinde birikirken, oksijensiz (anoksik) ortamlarda dip çamurundan ayrılarak suya geçer. Oksijenli ortamlarda ferrik (Fe^{+3}) iyonu, PO_4 'ı bağlayacağı için verimlilik azalmasına neden olur. Sularda O-PO_4 iyonu Fe^{+3} , CaCO_3 ve çamur (silt) ile üç farklı yoldan tutulmaktadır. Bunlardan, özellikle üçüncüsü sığ göllerde çok daha etkilidir (Goldman ve Horne 1983).

Eğirdir Gölü yüzey sularında yapılan kondüktivite ölçümlerine göre, göl suyu kondüktivitesi 357,4-426,1 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında olup ortalama 383,4 $\mu\text{mhos/cm}$ 'dir. Elektriksel iletkenlik değerleri 220-417 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişim göstermiştir (Erk'akan ve Bayrak, 1992; Bulut vd., 2009; Yağcı vd., 2013). Bu değerler kabul edilebilir değerler olarak görülmektedir. Tatlısulara elektriksel iletkenlik 10-1000 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişiklik göstermektedir (Sezen, 2008).

Eğirdir Gölü'nde toplam alkalinite 140 mg/L CaCO_3 ile 298 mg/L CaCO_3 arasında değişim göstermiştir (ortalama 219 mg/L CaCO_3). Alkalinitenin ideal aralığı 20-300 mg/L CaCO_3 aralığı olup (Egemen ve Sunlu 1996) Eğirdir Gölü alkalinite düzeyleri ise normal sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Su sertliği; içindeki Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarından kaynaklanmaktadır. Bu iki iyon birlikte suyun sertliğini oluştururlar. Eğirdir Gölü'nde ortalama toplam sertlik 253,4 mg/L CaCO_3 tür ve suyun sertliği 18-23 °F arasında değişim göstermiştir. Sertlik sınıflandırmasına göre ise göl suyunun "sert su" özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 3454-D2-13 nolu SDÜ-BAP projesi tarafından desteklenmiştir.

Tablo 2. Eğirdir Gölü su kalitesi parametrelerinin mevsimsel karşılaştırılması
Table 2. Seasonal comparison of Eğirdir Lake water quality parameters

Parametre	Sıcaklık	Çöz.O ₂	Satürasyon	pH	EC	Tuz.	Bul.	KOI	NO ₂ ⁻¹	PO ₄ ⁻³	NH ₄ ⁺¹
Birimi	°C	mg/L	%		µS/cm	ppt	NTU	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
İlkbahar	Min.-Max.	12,0-13,5	79,7-103,6	8,75-9,10	367,2-393,4	0,27-0,29	0,69-2,70	11,3-14,7	0,022-0,031	0,030-0,080	0,017-0,053
	Ort.±S.S.	12,4±0,5 ^b	92,4±7,8 ^b	8,91±0,12 ^c	375,8±7,8 ^a	0,28±0,01 ^{ab}	1,70±0,64 ^c	13,1±1,1 ^a	0,027±0,004	0,050±0,020	0,029±0,010
Yaz	Min.-Max.	24,8-27,7	7,42-9,03	8,76-9,19	361,7-426,1	0,27-0,32	0,54-1,80	18,6-26,6	0,021-0,074	0,010-0,080	0,011-0,124
	Ort.±S.S.	25,9±0,3 ^d	8,12±0,61 ^a	9,02±0,16 ^c	398,1±22,1 ^b	0,29±0,01 ^b	1,26±0,46 ^b	21,4±2,4 ^c	0,035±0,016	0,030±0,020 ^a	0,030±0,037
Sonbahar	Min.-Max.	13,1-14,5	7,27-10,93	8,16-8,88	372,9-414,6	0,27-0,31	0,41-1,20	18,1-22,0	0,025-0,054	0,040-0,060	0,025-0,059
	Ort.±S.S.	13,6±0,5 ^a	8,81±1,09 ^a	8,71±0,23 ^b	392,0±11,2 ^b	0,28±0,01 ^b	0,80±0,27 ^a	19,4±1,4 ^b	0,035±0,010	0,050±0,010 ^b	0,038±0,012
Kış	Min.-Max.	4,0-5,8	8,99-10,90	8,24-8,56	357,4-399,4	0,25-0,31	0,38-0,89	12,4-15,8	0,027-0,037	0,040-0,070	0,031-0,074
	Ort.±S.S.	5,0±0,6 ^c	9,62±0,55 ^b	8,45±0,13 ^a	367,8±15,7 ^a	0,26±0,02 ^a	0,56±0,16 ^c	13,8±1,0 ^a	0,031±0,003	0,060±0,010 ^b	0,044±0,014
Parametre	NO ₃ ⁻¹	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	TS	K ⁺¹	Na ⁺¹	Si ⁺²	
Birimi	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	°F	mg/L	mg/L	mg/L	
İlkbahar	Min.-Max.	0,4-2,2	23,67-42,24	5,4-21,0	134,2-298,9	25,53-39,84	19-22	2,2-3,0	7,22-9,94	0,64-1,70	
	Ort.±S.S.	1,1±0,6 ^a	32,15±7,15 ^a	14,3±5,0 ^a	233,9±43,7 ^c	30,29±5,40 ^b	21±1 ^{ab}	2,8±0,2 ^b	8,81±0,84 ^a	1,26±0,29 ^{ab}	
Yaz	Min.-Max.	1,2-2,9	11,12-32,20	21,6-46,8	141,5-183,0	15,39-22,16	18-21	1,8-2,7	7,65-9,59	1,15-2,20	
	Ort.±S.S.	1,8±0,5 ^b	23,34±7,02 ^a	31,2±7,2 ^c	170,7±13,1 ^a	19,08±1,89 ^a	20±1 ^a	2,4±0,4 ^a	8,95±0,65 ^a	1,40±0,32 ^b	
Sonbahar	Min.-Max.	0,6-1,8	21,19-38,94	10,8-39,6	148,8-231,8	14,93-37,14	19-23	2,5-3,5	9,71-11,65	0,52-2,73	
	Ort.±S.S.	0,9±0,4 ^a	31,24±5,95 ^b	24,3±8,5 ^b	178,5±24,4 ^a	20,04±3,17 ^a	20±1 ^{ab}	3,2±0,3 ^c	10,87±0,66 ^c	1,31±0,83 ^{ab}	
Kış	Min.-Max.	0,9-1,7	13,70-23,40	9,6-24,0	192,8-222,0	18,30-39,79	19-23	2,8-3,1	8,51-10,24	0,63-1,43	
	Ort.±S.S.	1,1±0,3 ^a	19,57±3,48 ^a	14,5±4,0 ^a	207,1±9,8 ^b	24,42±8,17 ^{ab}	21±1 ^b	2,9±0,1 ^b	9,65±0,55 ^b	0,90±0,26 ^a	

* Aynı satırdaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05). S.S.: Standart Sapma

Tablo 3. Eğirdir Gölü su kalitesi parametrelerinin istasyonlar üzerinden karşılaştırılması
Table 3. Comparison of parameters of Eğirdir Lake water quality among stations

Parametre	1. ist.	2. ist.	3. ist.	4. ist.	5. ist.	6. ist.	7. ist.	8. ist.	9. ist.
Su sıcaklığı (°C)	ED-E.Y 14,6±8,5 Ort.±S.S.	5,6-26,0 14,4±8,5	5,8-27,7 15,2±9,2	4,0-24,8 13,6±8,6	4,9-24,9 13,8±8,3	4,8-25,4 14,3±8,5	4,5-25,7 14,0±8,8	4,8-25,6 14,1±8,6	4,7-26,7 14,2±9,2
Çöz. O₂ (mg/L)	ED-E.Y 9,28±0,79 Ort.±S.S.	7,45-9,80 8,66±1,00	7,42-10,90 8,80±1,48	7,27-9,91 8,70±1,30	8,93-9,42 9,12±0,21	8,87-9,22 9,08±0,17	7,82-10,93 9,72±1,46	7,70-10,74 8,91±1,44	8,53-10,03 9,17±0,71
Satürasyon (%)	ED-E.Y 92,3±10,4 Ort.±S.S.	79,2-93,2 85,6±5,9	79,7-93,0 86,6±5,5	73,0-99,2 86,4±12,1	73,0-111,8 91,6±15,9	74,5-113,1 91,2±16,0	75,3-109,5 96,6±15,0	76,0-102,9 88,4±13,3	76,5-108,3 91,6±13,7
pH	ED-E.Y 8,78±0,39 Ort.±S.S.	8,16-8,86 8,56±0,32	8,24-8,76 8,57±0,25	8,42-9,03 8,75±0,25	8,54-9,14 8,90±0,26	8,56-9,18 8,89±0,26	8,52-9,10 8,88±0,26	8,55-9,02 8,83±0,21	8,56-9,07 8,83±0,22
EC (µS/cm)	ED-E.Y 381,3±15,0 Ort.±S.S.	388,8-414,6 397,2±11,7	370,6-420,4 387,9±15,0	358,1-410,9 378,1±22,8	360,8-387,5 371,4±12,7	359,6-395,4 381,9±17,9	357,9-419,2 382,6±27,1	357,4-426,1 386,4±30,0	357,9-409,0 384,1±22,5
Tuzluluk (%)	ED-E.Y 0,29±0,02 Ort.±S.S.	0,28-0,31 0,29±0,01	0,27-0,30 0,29±0,01	0,25-0,31 0,28±0,03	0,25-0,28 0,27±0,01	0,25-0,29 0,28±0,02	0,25-0,30 0,28±0,02	0,25-0,32 0,28±0,03	0,25-0,31 0,28±0,03
Bulanıklık (NTU)	ED-E.Y 0,51±0,14 ^a Ort.±S.S.	0,54-2,20 1,36±0,76 ^{ab}	0,49-1,37 0,91±0,44 ^{ab}	0,48-2,10 0,91±0,79 ^{ab}	0,89-2,70 1,63±0,80 ^b	0,74-2,10 1,41±0,58 ^{ab}	0,60-1,74 1,11±0,51 ^{ab}	0,54-1,44 1,00±0,40 ^{ab}	0,39-1,35 0,89±0,40 ^{ab}
KOI (mg/L)	ED-E.Y 18,5±5,1 Ort.±S.S.	13,6-20,3 17,0±2,9	12,1-26,6 18,3±6,3	12,4-20,8 16,2±4,2	13,8-21,0 17,0±3,7	11,9-20,3 16,2±4,1	11,3-20,2 16,1±4,8	13,7-18,6 16,3±2,4	13,2-21,4 17,3±4,4
O-PO₄⁻³ (mg/L)	ED-E.Y 0,055±0,021 Ort.±S.S.	0,050-0,070 0,058±0,010	0,030-0,050 0,043±0,010	0,040-0,040 0,040±0,000	0,010-0,060 0,038±0,010	0,020-0,080 0,053±0,013	0,030-0,060 0,053±0,008	0,020-0,080 0,050±0,013	0,020-0,070 0,050±0,011
NH₄⁺ (mg/L)	ED-E.Y 0,078±0,032 ^b Ort.±S.S.	0,028-0,041 0,034±0,006 ^a	0,019-0,048 0,030±0,013 ^a	0,018-0,035 0,025±0,007 ^a	0,014-0,054 0,036±0,018 ^a	0,012-0,054 0,034±0,022 ^a	0,013-0,034 0,025±0,009 ^a	0,016-0,038 0,029±0,010 ^a	0,011-0,035 0,026±0,011 ^a
NO₂⁻¹ (mg/L)	ED-E.Y 0,027±0,005 ^{ab} Ort.±S.S.	0,026-0,035 0,029±0,004 ^{ab}	0,030-0,074 0,042±0,021 ^b	0,026-0,032 0,029±0,003 ^{ab}	0,023-0,054 0,035±0,013 ^{ab}	0,031-0,044 0,038±0,005 ^{ab}	0,022-0,042 0,033±0,009 ^{ab}	0,023-0,029 0,026±0,003 ^a	0,023-0,034 0,027±0,005 ^{ab}

* Aynı satırdaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05)

Tablo 4. Eğirdir Gölü su kalitesi parametrelerinin istasyonlar üzerinden karşılaştırılması (devamı)
Table 4. Comparison of parameters of Eğirdir Lake water quality among stations (continued)

Parametre	1. ist.	2. ist.	3. ist.	4. ist.	5. ist.	6. ist.	7. ist.	8. ist.	9. ist.
NO ₃ ⁻¹	ED-E.Y	1,7±2,9	1,0-1,9	0,8-1,7	0,7-1,2	1,0-1,7	0,4-1,7	0,5-1,6	0,5-1,9
(mg/L)	Ort.±S.S.	2,1±0,5 ^b	1,4±0,4 ^b	1,2±0,4 ^a	1,0±0,2 ^a	1,3±0,3 ^a	1,0±0,4 ^a	1,0±0,5 ^a	1,0±0,6 ^a
SO ₄ ⁻²	ED-E.Y	15,44±24,68	11,12±26,69	13,70±26,44	17,46±39,74	23,40±38,94	21,63±34,81	20,63±34,71	22,72±36,22
(mg/L)	Ort.±S.S.	20,44±4,83 ^a	19,36±6,75 ^a	19,99±6,04 ^a	29,59±9,19 ^{ab}	33,32±7,32 ^b	28,46±5,63 ^{ab}	26,43±6,05 ^{ab}	29,33±6,21 ^{ab}
CO ₃ ⁻²	ED-E.Y	13,8±39,6	7,8±25,2	5,4±21,6	14,4±26,4	9,6±34,8	12,0±46,8	14,4±30,0	13,2±31,2
(mg/L)	Ort.±S.S.	25,6±13,5	17,0±8,9	14,3±6,7	19,8±5,8	21,9±11,4	26,9±15,0	20,6±7,4	22,1±7,4
HCO ₃ ⁻²	ED-E.Y	148,8±247,1	134,2±231,8	183,0±298,9	174,5±256,8	162,3±240,9	141,5±236,1	175,7±245,2	175,7±223,3
(mg/L)	Ort.±S.S.	195,4±46,8	184,2±40,3	218,1±54,2	204,2±36,8	197,8±37,5	189,9±43,2	201,9±31,5	195,5±23,8
Ca ⁺²	ED-E.Y	22,15±33,09	20,68±37,37	19,30±39,84	15,39±26,13	17,51±25,88	14,93±31,06	16,27±26,72	15,98±26,98
(mg/L)	Ort.±S.S.	26,75±5,49 ^{ab}	32,51±7,97 ^b	30,81±10,60 ^b	19,58±4,87 ^a	20,10±3,89 ^a	19,53±4,22 ^a	20,16±4,56 ^a	20,55±4,65 ^a
Mg ⁺²	ED-E.Y	30,84±36,77	30,68±32,34	30,24±34,40	34,73±38,20	33,84±37,90	34,96±37,18	33,28±37,09	32,50±38,16
(mg/L)	Ort.±S.S.	33,37±2,64 ^{abc}	31,80±0,76 ^a	32,10±1,71 ^{ab}	36,74±1,51 ^c	36,30±1,74 ^c	34,93±5,57 ^{abc}	35,98±1,81 ^{bc}	35,83±2,38 ^{abc}
TS	ED-E.Y	20-21	18-23	18-23	19-21	20-20	19-21	19-20	20-20
(°F)	Ort.±S.S.	21±1	22±2	21±2	20±1	20±0	20±1	20±1	20±0
K ⁺¹	ED-E.Y	2,37±3,14	1,82±3,11	1,79±2,95	2,67±3,37	2,66±3,46	2,24±3,24	2,65±3,33	2,69±3,21
(mg/L)	Ort.±S.S.	2,76±0,37	2,65±0,57	2,57±0,52	2,95±0,31	3,00±0,34	2,95±0,33	2,91±0,29	2,87±0,23
Na ⁺¹	ED-E.Y	8,35±10,64	7,65±9,71	8,19±10,09	9,59±11,09	9,24±11,38	9,08±11,19	9,09±11,20	8,79±11,65
(mg/L)	Ort.±S.S.	9,05±1,07	8,72±0,89	9,01±0,90	10,15±0,84	10,09±0,96	9,94±0,89	9,90±0,96	9,91±1,25
Si	ED-E.Y	0,63±2,73	1,18±2,65	1,30±1,54	0,83±1,26	0,52±1,25	0,85±1,34	0,68±1,31	0,77±1,39
(mg/L)	Ort.±S.S.	1,55±1,08	1,75±0,64	1,44±0,10	1,02±0,24	0,95±0,34	1,06±0,22	1,03±0,30	1,05±0,29

* Aynı satırdaki farklı harfler istasyonlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (p<0,05).

KAYNAKÇA

- Akın, M. & Akın, G., (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 47(2), 105-118.
- Anonim (1999). İçme Suyu Kaynağı Olarak Eğirdir Gölü’nün Korunması Projesi, Hacettepe Üniversitesi Çevre Uygulama ve Araştırma Merkezi, Ankara, 156 s.
- Anonim (2016). Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. 10 Ağustos 2016 Tarih ve 29737 sayılı Resmi Gazete. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 28 s.
- APHA (1995). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation & Water Environment Federation. *Standard methods for the examination of water and wastewater* (Vol. 2). American Public Health Association, Part.1000, 541pp.
- Atalık, A. (2006). Küresel Isınmanın Su Kaynakları ve Tarım Üzerine Etkileri, *Bilim ve Ütopya Dergisi*, 139, 18-21.
- Bulut, C., Atay R. & Uysal, K. (2009). Eğirdir Gölü’nde Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Mevsimsel Değişimi ve Limnolojik Açıdan Değerlendirilmesi. *Anadolu University Journal of Science and Technology*, 10(2), 447-454.
- Dağlı, H. (2005). İçme Suyu Kalitesi ve İnsan Sağlığına Etkileri, *Bizim İller Dergisi*, İller Bankası Aylık Yayın Organı, 3, 16-21.
- Egemen, Ö. & Sunlu, U. (1996). Su Kalitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Yayın No:14. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 153s.
- Erk’akan, F.G. & Bayrak, M. (1992). Eğirdir Gölü Stok Tespiti. TÜBİTAK DEBÇAĞ 97/G 143 s.
- Goldman, C. R. & Horne, A.J. (1983). *Limnology*. McGraw-Hill Book Co., New York. 464 pp. DOI: [10.4319/lo.1984.29.2.0447b](https://doi.org/10.4319/lo.1984.29.2.0447b)
- Göksu, M.Z.L. (2003). Su Kirliliği Ders Kitabı. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:7, Adana, 232 s.
- Güler, Ç. & Çobanoğlu, Z. (1997). Pestisitler. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 52, Ankara, 173 s.
- Güneş, K., Tüfekçi, H., Karakaş, D., Morkoç, E., Tüfekçi, V., Okay, O., Tolun, L. & Karakoç, T. (2001). Eğirdir Gölü Havzasının Evsel Atık Sularının Arıtımına Yönelik Master Plan Hazırlanması ve Göl Su Kalitesinin İzlenmesi. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü, Kocaeli, 229 s.
- Güneş, K., Dönertaş, S.A., Metin, E., Şenduran, C., Dikerler, T., Arlı, Ö., Olgun, A., Aktaş, Ö., Aydoğan, C., Özdemir, Ö., Ayaz, S., Tüfekçi, H., Tüfekçi, V., Atabay, H., Mantıkçı, A.M., İnal, Ö., Kara, E., Konya, Y., Sapmaz, K., Çelik, S., Enginsoy, G., Yakupoğlu, G. & Çeleme, M. (2011). İçme ve kullanma suyu kaynağı olarak kullanılan Eğirdir gölü havza koruma planı ve özel hüküm belirlenmesi projesi. Proje Sonuç Raporu. Proje no:5098116. TÜBİTAK-MAM, Gebze, Kocaeli, 400 s.
- Keskin, M.E., Aksoy, Y.R., Aksoy, A.S., Yılmazkoç, B. (2017). Göl Seviye Tahmini: Eğirdir Gölü, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 5(3), 601-608.
- Numann, W. (1958). Limnological and fisheries studies on certain Anatolian lakes and the special analysis about carp populations of living in those lakes. [Anadolu göllerinde limnolojik ve balıkçılık ilmi bakımından araştırmalar ve bu göllerde yaşayan sazanlar hakkında özel bir etüd]. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları Kitaplar Serisi 7, İstanbul, 114 s.
- Sezen, G. (2008). Sarımsaklı Baraj Gölü (Kayseri) Fitoplanktonu ve Su Kalitesi Özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 230 s.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G. & Aras, M.S. (2008). Sular Bilgisi Kitabı, Nobel Yayın Dağıtım, Yayın No: 1258, Fen Bilimleri: 64, Ankara, 201 s.
- Tanyolaç, J. (2000). Limnoloji Ders Kitabı. Hatiboğlu Yayıncılık, Ankara, 194s.
- WWF (2013). Eğirdir Gölü’nde Kirlilik Durumu ve Kirlilik Kaynakları Modelleme Çalışması Raporu (Yedi Renkli Göle Yedi Renkli Hayat Projesi), İstanbul, 35 s.
- Yağcı, M.A., Alp, A., Akın, Ş., Yağcı, A., Bilgin, F., Atay, R., Dölcü, B., Uysal, R., Cesur, M., Bostan, H. & Yeğen, V. (2013). Eğirdir Gölü’ne Atılan Gümüş Balığı’nın (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Besin Zincirindeki Etkileri. Tagem Haysüd Projesi, 332 s.
- Yanık, T., Aras, N.M. & Çiltaş, A. K. (2001). Su Kalitesi Ders Kitabı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:225, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 142 s.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Age and some growth parameters of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) inhabiting Karasu River (East Anatolia, Turkey)

Karasu Nehri'nde (Doğu Anadolu, Türkiye) yaşayan *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)'un yaş ve bazı büyüme parametreleri

Ebru İfakat Özcan^{1*} • Osman Serdar²

¹ Munzur University, Faculty of Fisheries, Tunceli, Turkey  <http://orcid.org/0000-0003-2017-6647>

² Munzur University, Faculty of Fisheries, Tunceli, Turkey  <http://orcid.org/0000-0003-1744-8883>

*Corresponding author: ebruozan@munzur.edu.tr

Received date: 07.08.2018

Accepted date: 18.10.2018

How to cite this paper:

Özcan, E.İ. & Serdar, O. (2019). Age and some growth parameters of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) inhabiting Karasu River (East Anatolia, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 25-30. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.03

Abstract: The present study was carried out concerns a research of the age determination and some growth parameters of chub, *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) living in 14 different station from Karasu River (East Anatolia, Turkey). For this purpose, a total of 196 fish specimen (100 females and 96 males) of *S. cephalus* were captured between 2014 and 2016 by electroshocker. Female/male ratio was 1/0.96. Minimum-maximum length and weight of captured fishes were determined as 7.6-23.9 cm and 4.8-198.2 g, respectively. The age groups were determined between 0 and 6. The parameters of von Bertalanffy growth function estimated as $L_{\infty}=31.98$ cm, $k=0.136$ year⁻¹, $t_0=-1.40$ year for all individuals. The growth performance index (Φ') value was computed as 2.143. The length and weight relationships $W=0.0060L^{3.27}$ ($R^2=0.98$) for all individuals. Significant statistical differences in condition factors between age groups and sexes were not found ($P > 0.05$, t-test).

Keywords: *Squalius cephalus*, age, von Bertalanffy growth function, Karasu River, Turkey

Öz: Bu çalışma, Karasu Nehri'nin 14 farklı istasyonunda yaşayan tatlısu kefalı, *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)'nin yaş tayini ve bazı büyüme özelliklerinin araştırılması ile ilgilidir. Bu amaçla, 2014 ve 2016 yılları arasında elektroşokerle toplam 196 *S. cephalus* balık örneği (100 dişi ve 96 erkek) yakalandı. Dişi/erkek oranı 1/0,96 idi. Yakalanan balıkların minimum-maksimum uzunluk ve ağırlığı 7,6-23,9 cm ile 4,8-198,2 g olarak belirlendi. Yaş grupları 0-6 idi. von Bertalanffy büyüme parametreleri tüm bireyler için $L_{\infty}=31,98$ cm, $k=0,136$ yıl⁻¹, $t_0=-1,40$ yıl olarak hesaplandı. Büyüme performans indeksi değeri (Φ') 2,143 olarak hesaplandı. Tüm bireyler için boy ve ağırlık ilişkisi $W=0,0060L^{3,27}$ ($R^2=0,98$) dir. Yaş grupları ve cinsiyetler arasındaki kondisyon faktörlerinde farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($P > 0,05$ t-test).

Anahtar Kelimeler: *Squalius cephalus*, yaş, von Bertalanffy büyüme fonksiyonu, Karasu Nehri, Türkiye

INTRODUCTION

Cyprinidae is the largest of fish family in Turkey. *S. cephalus* (Linnaeus, 1758) is widely distributed all over Europe, the Black Sea, Caspian Sea, and Azov Sea basins (Geldiay and Balık, 1988; Kottelat and Freyhof, 2007). Several studies conducted at different localities in Turkey have investigated the age, growth and length-weight relationships of *S. cephalus* (Erdoğan et al., 2002; Kara and Solak, 2004; Torcu-Koç et al., 2007; Şen and Saygın, 2008; Bostancı and Polat, 2009; Innal, 2010; Benzer, 2013; Kaptan, 2014; Özay, 2014; Demiroğlu

et al., 2016; Kılıç and Becer, 2016; Benzer and Gül, 2017; Özcan et al., 2017; Şaşı and Özay, 2017; Özpiçak et al., 2018).

Age and growth studies are important for problems associated with management of fisheries (Polat et al., 1999). It forms the basis for calculations leading to a knowledge of the growth, mortality, recruitment and other fundamental parameters of their populations. Thus knowledge of biological characteristics is critically important in understanding, the future of the species due to environmental changes. This study provides

useful information on basic biological characteristics such as age, growth, condition factor, length-weight relationship of *S. cephalus* freshwater fish species in Karasu River (14 different station, between Erzincan and Erzurum).

MATERIAL AND METHODS

The study area, which is in the tributary of Karasu in the East Anatolia region of Turkey (Table 1; Figure 1). Samples were caught by electroshocker from Karasu River. Fish samples were transported to the laboratory and fixed with 5% formaldehyde. Fish samples were measured to the nearest 0.1 cm for total length (TL) and to the nearest 0.1 g for total weight (W) and sexes were determined with macroscopic care of gonads. Female/male ratios were checked by chi-square test according to 1/1 difference.

Table 1. Geographic locations of the Karasu River during the study area

Station	Location	Coordinate
1	Yeşildağ Stream	40°08'13" N 41°25'49" E
2	Yeşildere Stream	40°08'21" N 41°24'25" E
3	Köşk Stream	40°05'45" N 41°24'48" E
4	Ağasuyu Stream	39°59'35" N 41°08'56" E
5	Sincan Stream	39°59'40" N 41°07'21" E
6	Çiğdemli Stream	39°58'18" N 41°01'23" E
7	Han Stream	39°56'53" N 40°46'08" E
8	Taşgöl Stream	39°57'44" N 40°34'40" E
9	Karataş Stream	39°56'13" N 40°07'51" E
10	Büyükgözenin Stream	39°56'39" N 40°15'03" E
11	Deliçay Stream	39°38'08" N 39°20'18" E
12	Karnı Stream	39°40'24" N 39°13'34" E
13	Eriç Stream	39°30'36" N 38°53'14" E
14	Kırık Stream	39°29'23" N 38°44'37" E

The scales of fish species were used for age determination. Scales were taken between the lateral line and the dorsal fins. Scale preparation for ageing was done according to method of Chugunova, 1963. Age readings were made with an OLYMPUS BX53 microscope. Each scale was read least two times by independent readers. The index of the average percentage error (IAPE) was assessed to utilize the accuracy of the age designates between readers. The equation is stated as follows: $IAPE = 1/N \sum (1/R) \sum (x_{ij} - x_j/x_j)$, where N is the number of fish aged, R is the number of times each fish was aged, x_{ij} is the i th age determination of the j th fish, and x_j is the mean age calculated for the j th fish (Beamish and Fournier, 1981).

The von Bertalanffy growth function (VBGF) was calculated with as follows equation (von Bertalanffy, 1938): $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$, where L_t is the expected total length at age t years, L_{∞} is the asymptotic average maximum total length, k is the growth coefficient, and t_0 is the theoretical age at zero length.

The growth performance index was calculated as follows (Pauly and Munro, 1984): $\Phi' = \log_{10}(k) + 2 \log_{10}(L_{\infty})$, where k and L_{∞} are the von Bertalanffy growth equation parameters.

Total length-weight relationships were determined using the equation: $W = a L^b$, where W is weight (W), L is total length (TL), a is the intercept, and b is the slope. The degree of association between the variables was calculated by the assess index, R^2 (Ricker, 1975). Condition factors were calculated with the equation: $CF = (W / TL^b) * 100$ where W is weight; TL is total length and b is the index of allometric of relationship (Le Cren, 1951).

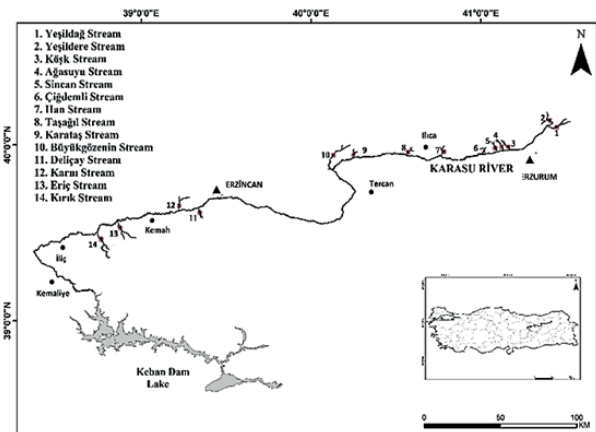


Figure 1. Sampling stations on the Karasu River

RESULTS

The minimum, maximum and average total length (cm), weight (g) and condition factor with standard error (SE) for female and male according to age groups a total of 196 *S. cephalus* are given in Table 2. The total length and weight of individuals ranged from 7.6-23.9 cm to 4.8-198.2 g.

The ages of *S. cephalus* ranged from 0 to 6 years and the age-one was dominant, fish population was 51.0% female and 49.0% male (Figure 2). The differences in length and weight between sexes was statistically insignificant in all age groups ($P > 0.05$). The sex ratio (female/male) was calculated as 1/0.96 and chi-square test showed that significantly different from equality ($P > 0.05$).

Table 2. Min, max and average TL (cm), W (gr) and CF with standard error (SE) for female and male according to age groups of *S. cephalus* from Karasu River

Age	Sex	n	%n	TL(Min-Max)	TL±SE	W(Min-Max)	W±SE	CF±SE
0	♀	15	10.43	8.0-10.5	8.8±0.51	4.9-12.7	7.5±1.43	1.050±0.03
	♂	14	9.56	7.6-9.5	8.4±0.37	4.8-9.6	6.8±1.01	1.107±0.04
I	♀	23	11.30	10.1-12.5	11.6±0.28	10.1-21.1	17.6±1.40	1.110±0.03
	♂	21	13.04	10.8-12.4	11.6±0.21	13.8-21.6	17.7±0.94	1.131±0.02
II	♀	15	7.82	12.4-14.6	13.44±0.37	24.4-37.3	29.7±2.24	1.216±0.05
	♂	14	9.56	12.5-15.5	14.04±0.43	23.7-44.4	31.8±3.15	1.135±0.04
III	♀	16	6.95	15.3-16.8	16.15±0.28	42.2-55.4	48.8±3.39	1.163±0.09
	♂	20	6.08	15.6-16.8	16.33±0.26	55.1-57.6	56.6±3.32	1.309±0.12
IV	♀	19	6.95	17.7-20.0	18.6±0.50	89.2-109.7	98.3±8.17	1.514±0.10
	♂	16	6.95	17.1-18.6	17.75±0.31	56.2-80.6	67.8±7.54	1.209±0.11
V	♀	11	5.21	18.3-20.4	19.5±0.24	87.4-109.6	99.56±4.42	1.186±0.09
	♂	10	4.34	19.7-20.2	19.9±0.17	102.0-112.7	107.4±3.90	1.350±0.01
VI	♀	1	0.86	-	22.2	-	133.9	1.223
	♂	1	0.86	-	23.9	-	198.2	1.451
All groups	♀	100	51	8.0-22.2	13.81±0.38	4.9-133.9	40.6±3.79	1.194±0.02
	♂	96	49	7.6-23.9	14.49±0.39	4.8-198.2	47.5±4.00	1.205±0.02

According to the age estimations; the index of the average percentage error (IAPE), the index of the mean percentage error was found 7.37 by 2 independent readers. This means that the confidence interval for the reliability of estimations made are within 5 to 15%, indicating that our aging method represents a precision approach to the age determination

(Girgin and Başusta, 2016).

The parameters of von Bertalanffy growth, the mean observed total lengths-at-age estimated as $L_t = 31.98[1 - e^{-0.136(t+1.40)}]$ for *S. cephalus* (Figure 3; Table 3). The growth performance index (Φ') value (all individuals) was computed as 2.143.

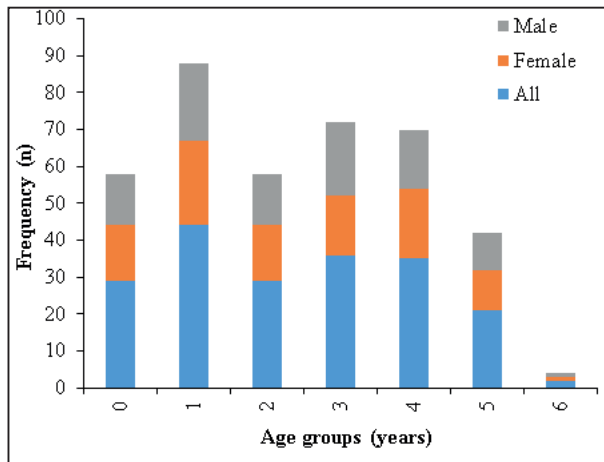
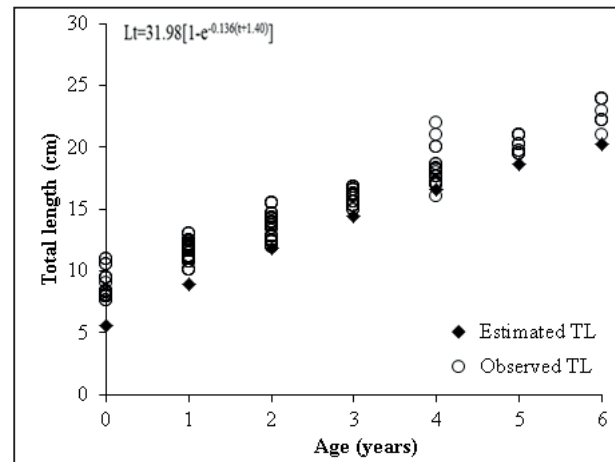
**Figure 2.** Age groups-frequency for *S. cephalus* from Karasu River**Figure 3.** Age-total length relationships according to age (all individuals) for *S. cephalus*

Table 3. The parameters of the growth and age-length for *S. cephalus* from Karasu River

Sex	n	Growth parameters			Age-length parameters			
		a	b	R ²	L _∞ (cm)	k (year-1)	t ₀ (year)	Φ'
♀	100	0.0058	3.27	0.98	30.69	0.140	-1.20	2.120
♂	96	0.0069	3.20	0.99	34.31	0.128	-1.59	2.178

n, sample size; L_∞, asymptotic length; t₀, theoretical age; k, body growth coefficient; Φ', growth performance index

The length-weight relationships and 95% confidence intervals of b (all individuals) were calculated as $W = 0.006L^{3.27}$ ($R^2=0.98$; $b=3.12-3.33$; $p<0.001$). The growth type of *S. cephalus* was positive allometric growth ($b>3$) from Karasu River (Figure 4). The highest condition factor values were observed as 4 in age group (1.340).

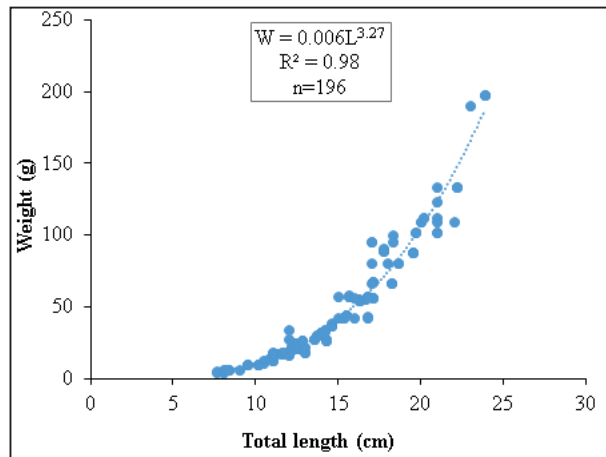


Figure 4. Total length-weight relationships for *S. cephalus* (all individuals)

DISCUSSION

In this study, total length and weight ranged from 7.6 to 23.9 cm and from 4.8 to 198.2 g, respectively in the Karasu River. Average length and weight values were 13.81 ± 0.38 cm and 40.6 ± 3.79 g for females, 14.49 ± 0.39 cm and 47.5 ± 4.00 g for males. These results indicated that males had higher averages in terms of length and weight than females from Karasu River. The maximum lengths of *S. cephalus* were reported as 27.5 cm in the Aras River (Türkmen et al., 1999); 26.2 cm in the Topçam Dam Lake (Şaşı and Balık, 2003); 40.5 cm in the Karasu River (Muş), (Şen and Saygın, 2008); 35.3 cm in the Çamlıdere Dam Lake (Bostancı and Polat, 2009); 27.9 cm in the Tödürge Lake (Unver and Erk'akan, 2012)

and 22.8 cm in the Akçay River (Şaşı and Özay, 2017). In this study, the maximum lengths of females and males were found to be 22.2 to 23.9 cm, respectively, in the Karasu River. The scale age readings were between 0 and 6 years of age. 1 age group was the dominant group. Previous studies on the age of *S. cephalus* were as follows: Karasu River (Erzurum, 1995-1997) 1-9 (Erdoğan et al., 2002); Sır Dam Lake 1-6 (Kara and Solak, 2004); Karasu River 1-8 (Şen and Saygın, 2008); Uzunçayır Dam Lake 0-11 (Demirel et al., 2016); Tödürge Lake 1-7 (Unver and Erk'akan, 2012) and Devres Stream 1-6 (Benzer and Gül, 2017). Age distributions give information about important population parameters (death, reproduction and development).

Asymptotic length of males was higher than females ($L_{\infty} = 34.31$ and 30.69); (Table 3). The reason for this is that males grow faster than females and live longer (Weatherley, 1972). While the maximum L_{∞} values 74.0 cm in Sır Dam Lake (Kara and Solak, 2004) and 60.75 cm in Karasu River (Muş) (Şen and Saygın, 2008); the minimum L_{∞} values 26.71 cm in İkizcetepeler Dam Lake (Torcu-Koç et al., 2007) for *S. cephalus*. Some species, most of them short-lived, have a high value of k (Sparre and Veneme 1998). In this study, Generally k values were less than the same values observed other studies (Table 4). These differences can be caused such as the size and number of the largest individuals

The LWRs were highly significant; all species were determined between length and weight very strong positive relationship in Karasu River ($R^2>0.98$). The equations for derivation of the lengths measurements presented may enable researchers to gain useful information about length conversions. The growth of *S. cephalus* was positive allometric growth ($b>3$). There have been different studies on the length-weight relationships of *S. cephalus* are presented in Table 3 and these values were similar with this study. These high values of R^2 show that the length relationships are linear observed range of values. Regression analyses are

shown that fish length have high significant correlation with weight ($P < 0.001$). Furthermore, when the t-test results were analyzed for the significance of regression coefficients ($P < 0.01$).

The condition factors changed between 1.05-1.22 for females and 1.11-1.45 for males from our study area. The minimum condition factor from İkizcetepeler Dam Lake was given as 0.77 and maximum condition factor

from Devres Stream was given as 2.75 (Table 4).

This study gives useful information on age and some growth parameters of *S. cephalus* from Karasu River, (14 different station) Turkey. Fisheries managers should consider creation of freshwater protected areas with regional fisheries organizations. This research will shed light on the comparison of growth characteristics of *S. cephalus* in different regions.

Table 4. Population characteristics of *S. cephalus* presented different studies

Habitat	Sex	N	a	b	R ²	L _∞	k	t ₀	Φ'	CF	Author
Karasu River (Erzurum)	♀	376	0.0142	2.980	0.99	41.42	0.12	-1.32	-	1.35	Erdoğan et al., 2002
	♂	383	0.0150	2.952	0.98	35.88	0.12	-1.17	-	1.32	
Sır Dam Lake*	♀	234	0.0074	3.174	0.98	74.00	0.17	-0.82	2.968	1.25-1.60	Kara and Solak, 2004
	♂	191	0.0063	3.210	0.97	54.00	0.30	-0.49	2.941	1.18-1.50	
	♀+♂	425	0.0069	3.190	0.98	-	-	-	-	-	
İkizcetepeler Dam Lake	♀	172	0.023	2.87	0.90	28.89	0.224	-1.55	2,263	0.77-2.40	Torcu-Koç et al., 2007
	♂	242	0.019	2.92	0.90	26.71	0.259	- 1.55	2.251	1.30-2.03	
Karasu River (Muş) *	♀	110	0.00895	3.138	0.98	60.75	0.09	-0.32	2.521	1.297	Şen and Saygın, 2008
	♂	153	0.00828	3.162	0.97	32.93	0.12	-1.78	2.114		
	♀+♂	263	0.00844	3.156	0.98	60.75	0.08	-0.33	2.470		
Çamlıdere Dam Lake	♀	72	0.013	3.04	0.93	38.51	0.328	-1.67	-	1.38-1.99	Bostancı and Polat,2009
	♂	29	0.014	3.01	0.94	34.12	0.371	- 1.07	-	1.27-1.91	
Sakarya River (Kirmir Stream)	♀	175	0.0122	3.06	0.91	28.1	0.149	-1.54	-	1.05-2.33	Benzer, 2013
	♂	192	0.0012	3.06	0.90	27.3	0.169	-1.31	-	1.05-2.73	
Istranca Stream	♀	171	0.0071	3.18	0.99	49.13	0.127	-0.488	-	-	Kaptan, 2014
	♂	488	0.0093	3.08	0.99	39.51	0.137	-0.682	-	-	
Akçay Stream	♀	145	0.0116	2.97	0.96	36.27	0.102	-1.372	-	-	Özay, 2014
	♂	168	0.0780	3.16	0.97	26.09	0.281	-0.393	-	-	
Uzunçayır Dam Lake	♀	161	0.0044	3.294	0.93	37.44	0.21	-1.44	2.468	0.89-1.30	Demirel et al., 2016
	♂	169	0.0102	3.027	0.95	49.25	0.09	-2.91	2.339	1.04-1.23	
	♀+♂	334	0.0073	3.135	0.95	40.29	0.16	-1.76	2.414		
Yeniçağa Lake	♀+♂	729	-	-	-	36.88	0.248	-1.278	-	-	Kılıç and Becer, 2016
Devres Stream	♀	170	0.0108	3.11	0.91	27.1	0.1590.160	-1.47-	-	1.04-2.35	Benzer and Gül, 2017
	♂	159	0.0146	2.97	0.90	27.1		1.46	-	1.01-2.75	
Akçay River (In Upper)	♀	199	0.026	2.72	0.98	34.71	0.12	-0.87	2.160	1.03-1.99	Şaşı and Özay, 2017
	♂	167	0.025	2.75	0.98	32.87	0.13	-0.72	2.140	0.96-1.97	
Karasu River (Erzin-can-Erzurum)	♀	100	0.0058	3.27	0.98	30.69	0.140	-1.20	2.120	1.05-1.22	This study
	♂	96	0.0069	3.20	0.99	34.31	0.128	-1.59	2.178	1.11-1.45	
	♀+♂	196	0.0060	3.27	0.98	31.98	0.136	-1.40	2.143	1.05-1.45	

*fork length

REFERENCES

- Beamish, R.J. & Fournier, D.A. (1981). A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38, 982-983. DOI: [10.1139/F08-111](https://doi.org/10.1139/F08-111)
- Benzer, S. (2013). Age and growth of chub [*Squalius cephalus* (L., 1758)] population in Kirmir stream of Sakarya River, Turkey. *Indian Journal of Animal Research*, 47 (6) , 538-542
- Benzer, S. & Gül, A. (2017). Population structure and some growth properties of chub *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) in Devres Stream of Kızılırmak River, Turkey. *Journal of Fisheries*, 5(3), 513–518. DOI: [10.17017/jfish.v5i3.2017.247](https://doi.org/10.17017/jfish.v5i3.2017.247)
- Bostancı, D. & N. Polat, (2009). Age determination and some population characteristics of chub (*Squalius cephalus* L., 1758) in the Çamlıdere Dam Lake (Ankara, Turkey). *Turkish Journal of Science & Technology*, 4, 25–30
- Chugunova, N.I. (1963). *Age and Growth Studies in Fish*. Israel Program Scientific Translation No: 610. National Science Foundation, Washington DC, USA
- Demiroğlu, F., Gündüz, F., Yıldız, N., Kurtoğlu, M., Çoban, M. Z. & Yüksel, F. (2016). Some Growth Parameters of Chub (*Squalius cephalus*) Living in Uzunçayır Dam Lake (Tunceli-Turkey). *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 2(2), 67-76. DOI: [10.17216/LimnoFish-5000125245](https://doi.org/10.17216/LimnoFish-5000125245)
- Erdogan, O., Turkmen, M. & Yıldırım, A. (2002). Studies on the age, growth and reproduction characteristics of the chub, *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann, 1840) in Karasu River, Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 983-991.
- Geldiay, R. & Balık, S. (1988). *Freshwater Fishes of Turkey*. Ege University, Bornova, İzmir, Turkey, (in Turkish)
- Girgin, H. & Başusta, N. (2016). Testing staining techniques to determine age and growth of *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758) captured in Iskenderun Bay, northeastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 595–601. DOI: [10.1111/jai.13077](https://doi.org/10.1111/jai.13077)
- Innal, D. (2010). Population Structures and Some Growth Properties of Three Cyprinid Species [*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758); *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) and *Alburnus escherichii* Steindachner, 1897] Living in Camkoru Pond (Ankara-Turkey). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16 (B), 297-304. DOI: [10.9775/kvfd.2010.2346](https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.2346)
- Kaptan, Ç. (2014). Growth, feeding and reproduction biology of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) in the Istanca stream. İstanbul University, Msc Thesis. 115 pp.
- Kara, C. & Solak, K. (2004). Growth properties of Chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Slr Dam Lake (Kahramanmaraş). *KSU Sciences and Engineering Journal* 7 (2), 1-8.
- Kılıç, Ş. & Becer Z. A. (2016). Growth and Reproduction of Chub (*Squalius cephalus*) in Lake Yeniçağa, Bolu, Turkey. *International Journal of Agriculture & Biology* ISSN Print: 1560–8530; ISSN Online: 1814–9596 15–050/2016/18–2–419–424. DOI: [10.17957/IJAB/15.0106](https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0106)
- Kottelat, M. & J. Freyhof. (2007). *Handbook of European Freshwater Fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland and Frehof, Berlin, Germany
- Le Cren, C. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Özay, G.G. (2014). Investigation of bio-ecological characteristics of chub (*Squalius cephalus* L.1758) in Akçay (Muğla-Denizli). Muğla Sıtkı Koçman University, Msc Thesis. 115 pp.
- Özcan, E.İ., Serdar, O. & Aydın, R. (2017). Karasu Nehri'ndeki (Erzincan-Erzurum) *Squalius cephalus*'un (L., 1758) Boy-Ağırlık ve Boy-Boy ilişkileri, *Yunus Araştırma Bülteni*, (1), 109-115. DOI: [10.17693/yunusae.v17i26557.284938](https://doi.org/10.17693/yunusae.v17i26557.284938)
- Özpiçak, M., Saygın, S., Hançer, E., Aydın, A., Yılmaz, S. & Polat, N. (2018). Length-weight and length-length relationships of chub (*Squalius cephalus*, L., 1758) inhabiting a few inland waters of the Middle Black Sea Region. *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 175-179. DOI: [10.12714/egejfas.2018.35.2.10](https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.2.10)
- Pauly, D. & Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*. 1, 21-22.
- Polat, N., Gümüş, A. & Kandemir, Ş. (1999). Kababurun balığı (*Chondrostoma regium* (Heckel, 1843))'nda yaş halkası oluşumu, *Turkish Journal of Zoology*, 23, 959-964.
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 382.
- Sasi, H. & Balık, S. (2003). Age, growth and sex ratio of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Topçam Dam Lake (Aydın, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20, 503-515. DOI: [10.12714/egejfas.2003.20.3.5000157106](https://doi.org/10.12714/egejfas.2003.20.3.5000157106)
- Sasi, H. & Ozay, G.G. (2017). Age, Growth, Length-Weight Relationship and Reproduction of Chub, *Squalius cephalus* (L., 1758) in Upper Akçay River, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, vol. 49(5), pp 1571-1580. DOI: [10.17582/journal.pjz/2017.49.5.1571.1580](https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.5.1571.1580)
- Sen, F. & Saygin, F. (2008). Biological properties of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Karasu Stream (Mus/Turkey). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(8), 1034-1037.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. FAO Fisheries Technical Paper, 306/1, Rev. 2, Rome, pp:579.
- Torcu-Koc, H., Erdogan, Z., Tinkci, M. & Treer, T. (2007). Age, growth and reproductive characteristics of Chub, *Leuciscus cephalus* L., 1758) in the İkizcetepeler Dam Lake (Balıkesir), Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 19-24. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00787.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00787.x)
- Turkmen, M., Haliloglu, H.I., Erdogan, O. & Yıldırım, A. (1999). The growth and reproduction characteristics of chub, *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann, 1840) living in the River Aras. *Turkish Journal of Zoology*, 23, 355-364.
- Ünver, B. & Erkan, F. (2012). Population characteristics of *Squalius cephalus* in Lake Tödürge (Sivas). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 29, 95–100. DOI: [10.12714/egejfas.2012.29.2.5000156440](https://doi.org/10.12714/egejfas.2012.29.2.5000156440)
- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10, 181–213.
- Weatherley, A.H. (1972). Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press, London, p. 293.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Homa Dalyanı'nda sülüneslerde (*Solen marginatus*) Hg, Cd, Pb ve Cr birikimlerinin incelenmesi

Assessment of Hg, Cd, Pb and Cr accumulations in razor clam (*Solen marginatus*) from the Homa Lagoon

Selin Sevgi¹ • Esin Uluturhan Suzer^{2*}

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 35430 Tınaztepe Kampüsü-İzmir, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0001-6342-4247>

² Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35340 İnciraltı-İzmir, Türkiye  <https://orcid.org/0000-0002-7886-922X>

*Corresponding author: esin.uluturhan@deu.edu.tr

Received date: 29.05.2018

Accepted date: 24.10.2018

How to cite this paper:

Sevgi, S. & Suzer, Uluturhan, E. (2019). Assessment of Hg, Cd, Pb and Cr accumulations in razor clam (*Solen marginatus*) from the Homa Lagoon. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 31-39. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.04

Öz: Bu çalışmada, Homa Dalyanı'ndaki sülüneslerde (*Solen marginatus*) mevsimsel olarak Hg, Cd, Pb ve Cr birikimleri araştırılmıştır. En yüksek ağır metal konsantrasyonları, üreme dönemi olan yazın saptanmıştır. Bulunan Hg, Cd, ve Pb seviyeleri tolere edilebilir haftalık miktar (PTWI), Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Yönetmeliği (EC) seviyeleri ile karşılaştırıldığında potansiyel sağlık riski taşımamaktadır. Bunun yanında, Cr konsantrasyonları PTWI değerinin üstünde olduğu için sülüneslerde ağır metal kirliliğinin izlenmesi gerekir.

Anahtar Kelimeler: *Solen marginatus*, ağır metal, sucul kirlilik, Homa Dalyanı

Abstract: In this study; the accumulation of Hg, Cd, Pb, and Cr were investigated seasonally in razor clams (*Solen marginatus*) from the Homa Lagoon. The highest heavy metal concentrations were found in summer which is spawning period. When detected Hg, Cd and Pb levels were compared with provisional tolerable weekly intake (PTWI), Turkish Food Codex and European Regulations values, no potential health risk was found. However, heavy metal pollution in razor clam from the Homa Lagoon should be monitored due to excessive Cr concentrations in respect to PTWI value.

Keywords: *Solen marginatus*, heavy metal, aquatic pollution, Homa Lagoon

GİRİŞ

Küresel olarak dağılmış kirleticilerin önemli bir kategorisini oluşturan ağır metaller, yerkabuğunun doğal bileşeni olarak bulunan ve binlerce yıldır endüstriyel sektörde kullanılan elementlerdir (Hu, 2002). Son yıllarda artan nüfus ile beraber hız kazanan endüstriyel faaliyetler, metallerin denizel ekosisteme girişinde ve dağılımında önemli rol oynamaktadırlar. Ağır metaller sucul sistemlerde toksik, kalıcı ve geniş dağılım özelliği gösteren kirleticiler grubu olmaları nedeniyle önemli çevre sorunlarından birini oluşturmaktadır (Carvalho vd. 1999). Yapılan son araştırmalar göstermektedir ki; ağır metaller ile kirlenmiş sucul ekosistemlerde organizmalar, su ve besin yoluyla bünyelerine metalleri almaktadırlar. Vücut içine alınan ağır metaller, organizmanın kendisine zarar

vermeksizin birikebilir ve bir organizmadan diğerine geçişleri sırasında konsantrasyonları artarak trofik seviyede taşınabilmektedir (Phillips, 1995; Hu, 2000; Taylan ve Özkoç, 2007; Kayhan vd. 2009; Atabeyoğlu ve Atamanalp, 2010).

Deniz ortamına giren ağır metal miktarlarının tespiti, çevre kalitesinin izlenmesi açısından gereklidir. Su veya sedimentteki kirleticiler miktarı saptanarak, sucul ortamın kirlilik derecesi belirlenebilir. Bunun yanında denizel ekosistemlerde kirleticinin kaynağı ne olursa olsun kirliliğin en büyük etkisi, özellikle bentik organizmalar üzerinde meydana gelmektedir. Sucul alanların biyolojik izlenmesinde kullanılan tüm sucul organizmalar arasında bentik omurgasızlar en çok kullanılan gruptur (Bonada vd. 2006). Dokularında metalleri biriktirmesi nedeniyle, son yıllarda bentik

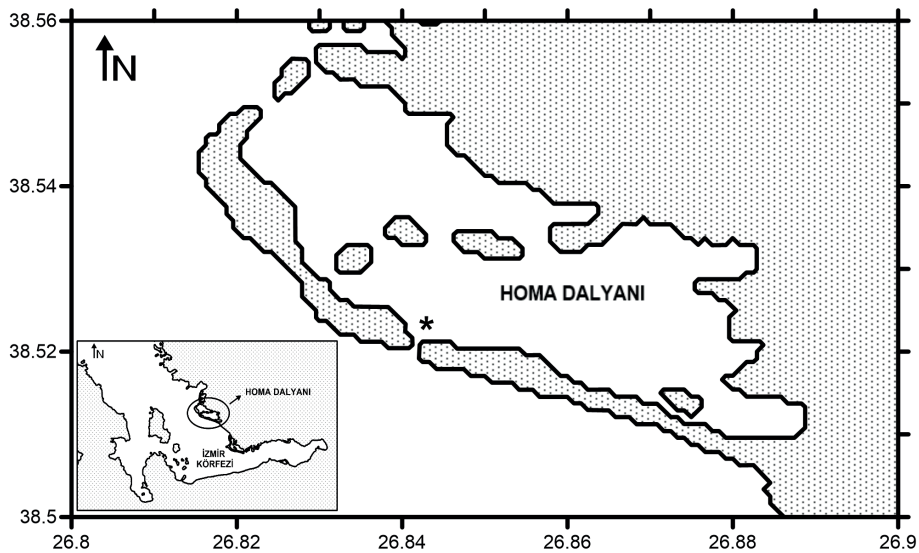
organizmalardan olan Bivalve türlerinin biyolojik izlemede kullanımı artmıştır. Biyoindikatör olarak kabul edilen Bivalve türleri süzerek beslendikleri için çözünmüş ve partikül haldeki kirleticileri bünyelerine alırlar ve yoğun olarak biriktirip kendilerine zarar vermeksizin uzun süre vücutlarında tutabilirler. Ayrıca, bu türler geniş alanlara dağılımları nedeniyle kolayca örneklenabilmektedirler (Farrington vd. 1983; Viarengo ve Canesi, 1991; Viarengo vd. 2007).

Dalyanlar, sosyo-ekonomik değeri olan, birçok doğal hizmete aracılık eden son derece üretken kıyusal alanlardır (Gönenç ve Wolflin, 2005). Bu ekosistemler nehirler, akarsular, yer altı suları ve akıntılar gibi etmenler aracılığıyla taşınan besleyici elementler nedeniyle birincil üretim için uygun bölgelerdir (Anthony vd. 2009). Diğer sucul ekosistemlerde besleyici elementlerin kısıtlayıcı etmen olması göz önüne alındığında dalyanlar doğal besin elementlerini yüksek miktarda içermesi sebebiyle ekolojik çeşitliliğin ve üretim miktarının yüksek olduğu alanlardır. Türkiye kıyılarında yaklaşık olarak 72 adet dalyan bulunmakta ve bu dalyanların %40'ı Ege Bölgesi'nde yer almaktadır (Elbek vd. 2003).

Türkiye'nin ekolojik ve ekonomik bakımdan önemli ve aktif dalyanlarından biri olan Homa Dalyanı, Menemen ilçesi sınırları içinde, İzmir Körfezi'nin kuzeybatısında Gediz Deltası'nda yer alır. Birinci dereceden sit alanı

olan Homa Dalyanı, RAMSAR sözleşmesi ile koruma altında olan Kuş Cenneti'nin yanı başında yer alması nedeni ile ekolojik açıdan çok önemlidir. Dalyan alanı; Homa Dalyanı (esas dalyan) ve Kırdenez Dalyanı (küçük dalyan) olmak üzere iki bölümden meydana gelmektedir. Gediz Nehri'nin taşıdığı alüvyonlardan dolayı küçük dalyan alanı sığlaşmış olup dalyan özelliğini kaybetmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen büyük dalyan bölümünde maksimum derinlik 80 cm olup, ortalama derinlik 40-45 cm'dir. Dalyan alanında zamanla artan sığlaşma nedeniyle İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından derinleştirme çalışmaları yapılmıştır. Menemen Ovası'ndan gelen tarımsal atık suları toplayan drenaj kanalı, gübre ve tarım ilaçları gibi kirleticileri dalyana taşımaktadır. Bunun yanı sıra Homa Dalyanı, Ege Bölgesi'nin en önemli akarsularından biri olan Gediz Nehri'nin ve İzmir Körfezi'nin getirdiği organik ve inorganik kirlilik yükü altında olumsuz olarak etkilenmektedir. (Atılğan ve Egemen, 2001; Uluturhan vd. 2011).

Homa Dalyanı'nda geçmiş yıllarda balık, midye, poliket türlerinde ve sedimentte ağır metal ve pestisit konsantrasyonları araştırılmıştır. (Mordoğan vd. 1990; Egemen vd. 1998; Sunlu ve Egemen, 1998; Atılğan ve Egemen, 2001; Uluocak ve Egemen, 2005; Dora vd. 2007; Taş vd. 2009; Uluturhan vd. 2011; Taş ve Sunlu, 2013; Bilgin ve Suzer-Uluturhan, 2015, 2017).



Şekil 1. Homa Dalyanı, * örneklerin toplandığı bölge
Figure 1. Homa Lagoon, * sampling area

Bivalve türlerinden sülunesler (*Solen marginatus*), denizlerde kumlu-çamurlu alanlarda geniş dağılım gösterir ve gelgit bölgelerinde, yumuşak sedimentte yaşamaya iyi adapte olması nedeniyle kıyı besin zincirinde önemli yere sahiptir (Pechenik, 2000; Breen vd. 2011; Hassan ve Kanakaraju, 2013). Sülunes türleri yenilebilir olması nedeniyle uluslararası piyasalarda yüksek fiyatlara satılmaktadır (Baron vd. 2004). Sülunes, Homa Dalyanı'nda da yoğun olarak dağılım göstermekte olup, avcılığı yapılmaktadır ve olta balıkçılığında yem olarak kullanılan bir türdür. Dünyada ve ülkemizde *Solen sp* türlerindeki ağır metallerin birikimi ile ilgili çalışmalar yeni ve oldukça azdır (Sunlu ve Taş, 2005; Kanakaraju vd. 2008a,b; Kamaruzzaman vd. 2010; Yusoff ve Long, 2011; Saaedi vd. 2012; Hassan ve Kanakaraju, 2013). Bu çalışmada, Homa Dalyanı'nda dağılım gösteren *S. marginatus* türünün yeni bir biyoindikatör tür olarak kullanılması ve yumuşak dokusunda Hg, Cd, Pb ve Cr konsantrasyonlarının mevsimsel değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bivalve türlerinin yaygın olarak tüketildiği

düşünüldükçe, süluneslerde saptanan ağır metal seviyeleri, uluslararası alanda kabul edilen haftalık tüketim miktarı (PTWI) ile Türk Gıda Kodeksi (2008) ve Avrupa Yönetmeliği (EC) (2006) seviyeleriyle karşılaştırılarak insan sağlığı açısından değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, örnekler, Homa Dalyanı'nda süluneslerin (*Solen marginatus*) dağılım gösterdiği kuzuluk bölgesinden (Şekil 1) mevsimsel olarak Mayıs 2015, Ağustos 2015, Kasım 2015 ve Şubat 2016 aylarında elle toplanmıştır.

Süluneslerin toplandığı bölgede suyun fizikokimyasal parametreleri, taşınabilir çoklu parametre (pH, sıcaklık, tuzluluk) ölçüm cihazı (WTW) ile örnekleme anında kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen (ÇO) miktarları ise Winkler titrasyon yöntemi ile belirlenmiştir. Örnekleme dönemlerine ait sıcaklık, tuzluluk, pH ve ÇO değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. *S. marginatus*'un biyometrik ölçümleri ve Homa Dalyanı'nda fizikokimyasal parametreler
Table 1. Biometric data of *S. marginatus* and the physico-chemical parameters in Homa Lagoon

Mevsim	Birey Sayısı (n)	Boy (mm)	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (ppt)	pH	ÇO (mg/L)
Mayıs 2015	31	77.9-96.1	20.0	38.6	8.35	7.52
Ağustos 2015	35	80.8-111.6	25.3	39.1	8.20	6.28
Kasım 2015	27	84.5-107.9	16.1	38.7	8.26	7.73
Şubat 2016	46	71.1-100.2	11.4	37.0	8.21	6.93

Örneklenmiş olan sülunesler su dolu küvetler içerisinde Dokuz Eylül Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü Deniz Kimyası laboratuvarına taşınmıştır. Örneklerin, boy ve ağırlıkları ölçülmüştür. Ölçümlerin hemen ardından, yumuşak dokuları kabuktan ayrılarak analize kadar derin dondurucuda (-18°C) saklanmıştır. Ağır metal analizleri için ayrılmış olan yumuşak doku örnekleri Freeze-Dryer'da dondurularak kurutulmuş ve parçalayıcı yardımı ile homojenize edilmiştir. Kuru doku örneklerinden yaklaşık 0.50 g tartılarak (üç tekrarlı) nitrik ve perklorik asit (5:1) karışımında kapalı mikrodalga sisteminde (Milestone) çözülmüştür (Bernhard, 1976; UNEP, 1982). Ağır metal ölçümleri atomik absorpsiyon spektrometrede (AAS) (Varian SpectraAA 280 FS ve 280Z) yapılmıştır. Cd, Pb ve Cr için grafit fırın ve Hg için soğuk buhar yöntemi kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Ağır metallerin tayin limitleri Hg:0.05 µg/kg, Cd:0.10 µg/kg, Pb:0.10 µg/kg ve Cr:0.10 µg/kg'dır. Metal analizlerinin doğruluğu ve geçerliliği, NIST'ten (National Institute of Standart

and Technology) gelen midye referans maddesiyle (SRM 2976) test edilmiştir. Metaller için üç tekrarlı analizlerden elde edilen değerler (sertifika edilen değer $\pm$ standart hata; bulunan değer $\pm$ standart hata mg/kg kuru ağırlık), Hg:0.06 $\pm$ 0.004; 0.07 $\pm$ 0.005, Cd:0.82 $\pm$ 0.16; 0.76 $\pm$ 0.18, Pb:1.19 $\pm$ 0.18; 1.33 $\pm$ 0.09 ve Cr, 0.50 $\pm$ 0.16: 0.61 $\pm$ 0.03 şeklinde bulunmuştur.

İstatiksel analizler, R yazılımında (sürüm 3.5.1) agricolae eklenti paketiyle yapılmıştır. Metal konsantrasyonlarının mevsimsel değişimleri, parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi ile incelenmiştir (p<0.05). Ayrıca Pearson korelasyon testi kullanılarak metal konsantrasyonları ile boy ve fizikokimyasal parametreler ilişkilendirilmiştir ($|R| \geq 0.50$, p <0.05).

BULGULAR

Homa Dalyanı'nda ölçülen fizikokimyasal parametrelere göre en yüksek sıcaklık ve tuzluluk değerleri Ağustos ayında saptanırken, en düşük

seviyeler ise Şubat ayında bulunmuştur. Bunun yanında en yüksek çözünmüş oksijen değeri Kasım ayında ölçülürken, en düşük değer ise Ağustos ayında saptanmıştır (Tablo 1).

Mevsimsel olarak örneklenen süluneslerin yumuşak dokusunda saptanan Hg, Cd, Pb ve Cr konsantrasyonları Şekil 2-5'te verilmiştir. En düşük Hg (0.04 mg/kg), Cd (0.32 mg/kg) ve Cr (12.3 mg/kg) konsantrasyonları Kasım ayında, Pb seviyesi ise (1.42 mg/kg) Şubat ayında bulunmuştur. Yumuşak dokudaki en yüksek Hg konsantrasyonu 0.13 mg/kg ve Cd seviyesi 0.93 mg/kg olarak Mayıs ayında saptanırken; Pb: 3.09 mg/kg ve Cr: 32.4 mg/kg olarak Ağustos ayında bulunmuştur.

Metal konsantrasyonları karşılaştırıldığında $Cr > Pb > Cd > Hg$ birikim sıralaması belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre süluneslerde Cr ve Pb akümüasyonları yüksek olduğu görülmüştür.

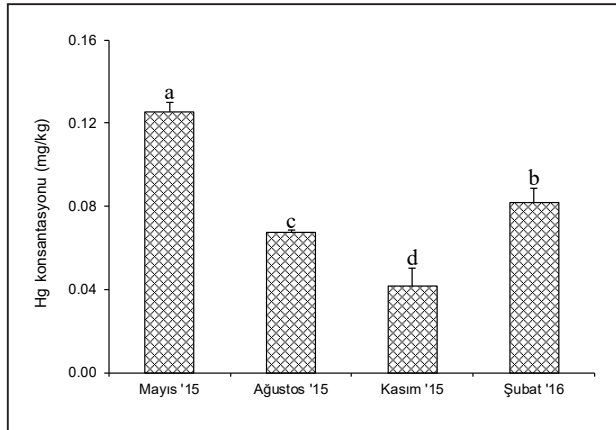
Pearson korelasyon analizine göre; bulunan ağır metal konsantrasyonları fizikokimyasal parametreler ile beraber ilişkilendirildiğinde, sıcaklık değerleri ile Cd ($R=0.66$), Pb ($R=0.95$) ve Cr ($R=0.92$) konsantrasyonları arasında kuvvetli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Tuzluluk, Pb ($R=0.69$) ve Cr ($R=0.61$) seviyeleri ile pH ise sadece Hg ($R=0.68$) konsantrasyonu ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Öte yandan çözünmüş oksijen düzeyleri ile Cd ($R=-$

0.56), Pb ($R=-0.53$) ve Cr ($R=-0.70$) konsantrasyonları arasında negatif ilişki saptanmıştır.

Pearson korelasyon analizine göre, süluneslerin boyları ile Hg konsantrasyonları ($R=-0.57$) arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. Bunun yanı sıra, örnek boylarının Cr ve Pb seviyeleri ile zayıf pozitif bir ilişkileri bulunmaktadır.

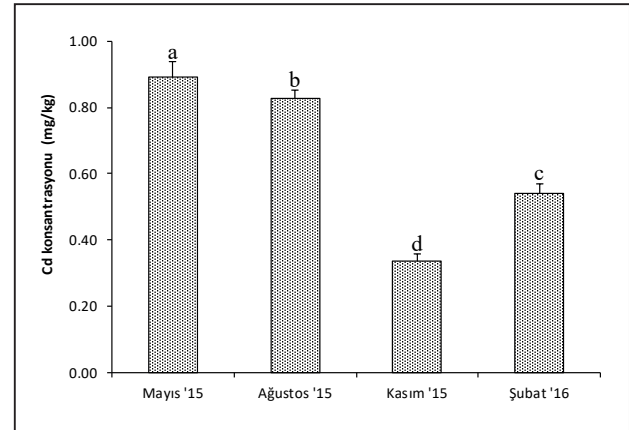
Kruskal-Wallis testine göre; Hg ve Cd konsantrasyonlarında anlamlı mevsimsel farklılıklar gözlemlenirken (Şekil.2 ve 3), Pb ve Cr için mevsimsel bir farklılık bulunmamıştır.

Sağlık riski değerlendirilmesi için, süluneslerde saptanan Hg, Cd, Pb ve Cr konsantrasyonları PTWI değerleri (tolere edilebilir haftalık miktar), Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Yönetmeliği seviyeleri ile karşılaştırılmıştır (Tablo 2). PTWI değerleri FAO/WHO (2004, 2010) ve ATSDR (2016), değerlerine bağlı olarak, yaş ağırlık olarak ve 70 kg ağırlığındaki bir yetişkine göre hesaplanmıştır. Söz konusu türlerin insan sağlığı ile ilişkisi değerlendirildiğinde, bu çalışmada saptanan maksimum Hg, Cd, ve Pb konsantrasyonları PTWI, Türk Gıda Kodeksi (2008) ve Avrupa Yönetmeliği (EC) (2006) değerlerinin altındadır. Ancak süluneslerdeki Cr seviyesi PTWI değerinin oldukça üstünde saptanmıştır.



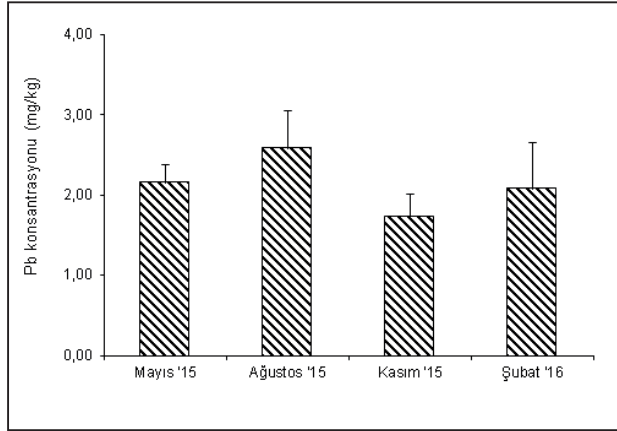
Şekil 2. *S.marginatus*'un yumuşak dokusundaki Hg konsantrasyonları (mg/kg kuru ağırlık), a, b, c ve d anlamlı mevsimsel farklılıkları ifade eder ($p<0.05$)

Figure 2. Hg concentrations in soft tissues of *S.marginatus* (mg/kg dry weight), a, b, c and d indicate significant differences of seasons ($p<0.05$)



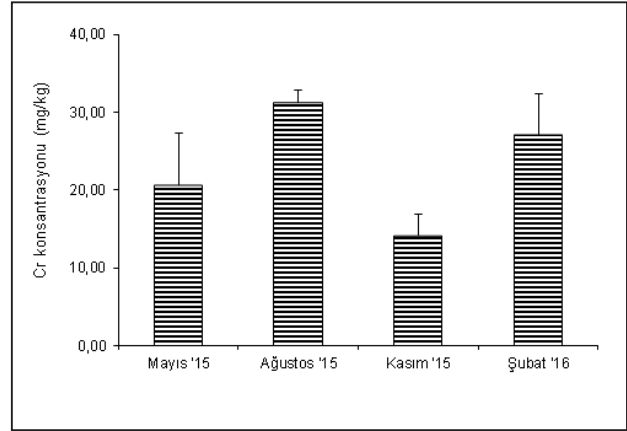
Şekil 3. *S.marginatus*'un yumuşak dokusundaki Cd konsantrasyonları (mg/kg kuru ağırlık), a, b, c ve d anlamlı mevsimsel farklılıkları ifade eder ($p<0.05$)

Figure 3. Cd concentrations in soft tissues of *S.marginatus* (mg/kg dry weight), a, b, c and d indicate significant differences of seasons ($p<0.05$)



Şekil 4. *S.marginatus*'un yumuşak dokusundaki Pb konsantrasyonları (mg/kg kuru ağırlık)

Figure 4. Pb concentrations in soft tissues of *S.marginatus* (mg/kg dry weight)



Şekil 5. *S.marginatus*'un yumuşak dokusundaki Cr konsantrasyonları (mg/kg kuru ağırlık)

Figure 5. Cr concentrations in soft tissues of *S.marginatus* (mg/kg dry weight)

Tablo 2. Homa Dalyanı'ndaki süluneslerdeki ağır metal konsantrasyonları (mg/kg, yaş ağırlık), PTWI, Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Yönetmeliği değerleri (mg/kg yaş ağırlık)

Table 2. Heavy metal concentrations in razor clam from the Homa Lagoon (mg/kg wet weight), PTWI, Turkish Food Codex and European Regulations (EC) values (mg/kg wet weight)

	Hg	Cd	Pb	Cr
Homa Dalyanı	0.01-0.03	0.08-0.21	0.40-0.59	3.27-7.19
PTWI	0.35 ^a	0.40 ^b	1.75 ^a	2.45 ^c
Türk Gıda Kodeksi	0.50	1.00	1.50	-
Avrupa Yönetmeliği	0.50	1.00	1.50	-

PTWI değerleri ^a: FAO/WHO (2004); ^b: FAO/WHO (2010) ^c: ATSDR (2016). Ağır metal konsantrasyonları, kuru ağırlıktan yaş ağırlığa çevrilerek verilmiştir. Sülunes için bu dönüşüm oranı 0.23 olarak bulunmuştur.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, Homa Dalyanı'nda dağılım gösteren ve potansiyel bir indikatör tür olma özelliği taşıyan *S.marginatus*'un yumuşak dokusunda Hg, Cd, Pb ve Cr konsantrasyonları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre süluneslerin önemli derecede ağır metalleri biriktirebildikleri saptanmıştır. Sülunesler, gelgit bölgelerinde ve yumuşak sedimentte yaşamaya iyi adapte olmuşlardır. Suyu süzerek beslenmelerinden dolayı bünyelerine aldıkları metalleri akümüle edebilirler (Christopher vd. 2010; Yap vd. 2009). Yapılan araştırmalara göre, yüksek metal değerlerine bağlı olarak, süluneslerin Pb, Cd ve Cr için biyoidikatör tür olma potansiyeli olduğu bildirilmiştir (Yusoff ve Long, 2011). Bu çalışmada ağır metal konsantrasyonlarına göre; Cr>Pb>Cd>Hg birikim sıralaması ile en yüksek metal biyoakümülyasyonun Cr ve Pb için olduğu

saptanmıştır. Çalışma sonucunda süluneslerde bulunan metal kirliliği, Uluturhan vd. (2011)'nin Homa Dalyanı sedimentinde saptadıkları Hg, Pb ve Cr kirliliği ile paralellik göstermektedir. Bu metal kirliliğinin, İzmir Körfezi'nden ve Gediz Nehri'nin taşıdığı evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Atılğan ve Egemen, 2001; Parlak vd. 2006; Uluturhan vd. 2011).

Kirleticilerin hızlı bir şekilde taşınması nedeniyle; sucul ekosistemler, ağır metal ve organik kirleticilerin biriktirilmesinde yüksek potansiyele sahip alanlardır (Huang vd. 2007). Sucul organizmalar, ağır metallerle genellikle su, besin ve sediment aracılığıyla maruz kalırlar. Fakat, bu proses ortamdaki ağır metal seviyelerine bağlı olduğu kadar organizmanın ekolojik ihtiyaçlarına ve metabolizmasına da bağlıdır (Roesijadi ve Robinson, 1994). Metallerin mevsimsel

Tablo 3. Farklı bölgelerde ve Homa Dalyanı'ndaki Bivalve türlerinde ağır metal konsantrasyonları (mg/kg, kuru ağırlık)**Table 3.** Heavy metal concentrations in various Bivalve samples from different areas and the Homa Lagoon (mg/kg dry weight)

Tür	Bölge	Hg	Cd	Pb	Cr	Kaynakça
<i>S. regularis</i>	Moyan	-	0.5-1.1	-	23.7-33.6	Kanakaraju vd. (2008)a
<i>S. regularis</i>	Serpan	-	0.6-1.2	-	25.3-35.6	Kanakaraju vd. (2008)b
<i>S. brevis</i>	Tanjung lumpur	-	0.67	1.61	-	Kamaruzzaman vd. (2010)
<i>S. regularis</i>	Sarawak	-	2.35	4.85	6.1-10.1	Yusoff ve Long, (2011)
<i>S. dactylus</i>	Basra Körfezi	-	1-3	4-7	1.0-6.0	Saaedi vd. (2012)
<i>S. sarawakensis</i>	K. Selangor	0.05	21.08	-	23.8-31.8	Hassan ve Kanakaraju (2013)
<i>L. lithophaga</i>	İzmir Körfezi	-	0.64-8.71	3.22-19.8	-	Ozsuer ve Sunlu (2013)
<i>M. galloprovincialis</i>	Homa Dalyanı	0.11-0.15	0.24-0.49	0.84-2.41	0.10-6.2	Bilgin ve Suzer, (2017)
<i>T. decussatus</i>	Homa Dalyanı	0.07-0.14	0.12-0.34	0.85-1.49	2.9-13.0	Bilgin ve Suzer, (2017)
<i>S. marginatus</i>	Homa Dalyanı	0.04-0.13	0.32-0.93	1.42-3.09	12.3-32.4	Bu çalışma

değişikliği su sıcaklığına, besin miktarına ve aynı zamanda üremeye bağlıdır (Mubiana vd. 2005). Sudaki ağır metallerin besin zincirindeki transferine neden olan fitoplankton patlamaları, Bivalveler gibi süzerek beslenenlerde metal konsantrasyonlarının artmasına sebep olur (Regoli, 1998). Çevresel koşullara bağlı olarak, Bivalveler, gametogenez için gerekli enerjiyi, son dönem içerisinde süzerek aldıkları besinlerden, depolanmış olan besin rezervlerinden veya her ikisini kullanarak alırlar (Remacha ve Anadon, 2006; Saaedi vd. 2009). Gonad gelişimi için gerekli besinin alımı ile birlikte organizmanın biyoakümülyasyon hızına bağlı olarak metal konsantrasyonu artar. Üreme dönemi sonunda organizmadaki toplam metal konsantrasyonu düşmektedir (Regoli, 1998). *Solen marginatus* türü de üremek için gerekli enerjiyi ilk olarak, yaz-sonbahar döneminde süzerek aldıkları besinden ve depolanmış rezervlerinden alırlar (Remacha ve Anadon, 2006; Saaedi vd. 2009). Bu çalışmada bulunan sonuçlara göre en yüksek metal konsantrasyonları yaz döneminde bulunmuş ve geçmişte yapılan çalışmalarda saptamalar ile benzerlik göstermiştir.

Sucul organizmalarda sıcaklığa bağlı olarak metabolik faaliyetlerin arttığı bilinmektedir. Buna bağlı olarak metabolik aktivitenin artışı ile metal alımı da

artmaktadır (Phillips 1977; Ali ve Taylor 2010; Kumar vd. 2015; Bilgin ve Uluturhan-Suzer, 2017). Bu çalışmada da ölçülen sıcaklık değerleri ile metal konsantrasyonları arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca, tuzluluk ve metal konsantrasyonları arasında negatif bir ilişki bulunmuş ve önceki çalışmalarla uyumludur (Phillips 1977; Ali ve Taylor 2010; Kumar vd. 2015; Bilgin ve Uluturhan-Suzer 2017). Bunun yanı sıra, bu çalışmada çözünmüş oksijen seviyeleri ile metal konsantrasyonları arasında negatif ilişki bulunmuş ve bu ilişki diğer çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermiştir (Marsden vd. 2014; Bilgin ve Uluturhan-Suzer 2017).

Ölçülen örnek boyları ile Hg konsantrasyonları arasında negatif, Cr ve Pb seviyeleri ile zayıf pozitif ilişkinin saptanması; organizmadaki metal konsantrasyonlarının büyüme ile azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Genel olarak, çift kabuklulardaki metal konsantrasyonları boy ile artış göstermesine rağmen bazı çalışmalarda ise metal konsantrasyonlarının büyüme ile azaldığı belirtilmiştir (Marsden vd. 2014; Bilgin ve Uluturhan-Suzer 2017).

Dünyada Sülünes türlerindeki ağır metal birikimi ile ilgili araştırmalar oldukça az olup; bu türler genelde uzak doğu ve orta doğu ülkelerinde biyoindikatör tür olarak kullanılmış ve ağır metal konsantrasyonları Tablo

3'te verilmiştir. *S.marginatus*'un yumuşak dokusunda bulunan Hg konsantrasyonu, Malezya'nın Kuala Selangor bölgesindeki süluneslerdeki Hg seviyesinden daha yüksektir.

Farklı bölgelerle kıyaslama yapıldığında; bu çalışmada tespit edilen Cd konsantrasyonu, İran'nın Basra Körfezi'nde ve Malezya'nın Moyan ve Serpan, Tanjung Lumpur, Sarawak ve Kuala Selangor bölgelerindeki sülunes türlerinde saptanan Cd konsantrasyonlarından daha düşüktür (Kanakaraju vd. 2008a,b; Kamaruzzaman vd. 2010; Saaedi vd. 2012; Hassan ve Kanakaraju, 2013). Çift kabuklular, Cd alımını metabolize edemediklerinden dolayı, bu metali biriktirme eğilimi gösterirler (Li vd. 2006). Bu nedenle, sülunes türlerinin de vücutlarında Cd'ü düzenleyemedikleri düşünülmektedir (Kanakaraju vd. 2008a,b).

Homa Dalyanı'ndaki *S.marginatus*'da tespit edilen Pb akümülyasyon seviyesi, Malezya'da yer alan Tanjung Lumpur bölgesindeki çalışma sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında saptanan Pb seviyeleri, Malezya'nın Sarawak bölgesinde ve İran'nın Basra Körfezindeki sülunes türlerindeki konsantrasyonundan daha düşüktür (Yusoff ve Long, 2011; Saaedi vd. 2012).

Bu çalışmada saptanan Cr değerleri, Malezya'nın Moyan, Serpan (Kanakaraju vd. 2008a,b) ve Selangor bölgesindeki (Hassan ve Kanakaraju, 2013) sülunes türlerinde tespit edilen konsantrasyonlara benzer iken Basra körfezi Sarawak bölgesindeki değerlerden daha yüksektir (Yusoff ve Long, 2011; Saaedi vd. 2012).

Ayrıca, *S.marginatus*'ta saptanan Cd ve Pb değerleri, İzmir Körfezi'nin orta bölümünden örneklenen *L.lithophaga* türündeki değerlerden (Ozsuer ve Sunlu, 2013) daha düşüktür.

Homa Dalyanı'nda Bilgin ve Uluturhan-Suzer (2017)'in yapılmış olduğu önceki araştırma ile karşılaştırma yapıldığında *S.marginatus* türünün Hg biriktirebilme kabiliyetinin, kara midye (*Mytillus galloprovincialis*) ve akivades (*Tapes decussatus*) türleri ile benzer seviyelerde olduğu saptanmıştır. Öte yandan süluneslerde bulunan Cd değerleri, kara midye

ve akivadesdeki Cd seviyelerinden daha düşüktür. Ayrıca, Pb konsantrasyonu bakımından sülunesler, kara midye ile benzerlik gösterirken; bunun yanında akivadesle kıyasla daha yüksek konsantrasyonda Pb biriktirmektedirler. Süluneslerde saptanan Cr konsantrasyonları, kara midyedekinden daha yüksek olup, akivades için saptanan değerlerden biraz düşüktür. Yapılan son çalışmalar göstermektedir ki; *M. galloprovincialis* ve *T. decussatus*'un yanı sıra *S. marginatus* türü de metal kirliliğinin izlenmesinde yeni biyoindikatör tür olarak kullanılabilir.

SONUÇ

Dalyanlar, ekonomik ve ekolojik değeri olan, son derece üretken kıyısız alanlardır. Ayrıca kirliliğe karşı çok hassas olup, bu bölgelerde dağılmış olan kirlenmeler, sucul organizmalardan başlayarak besin zinciri ile taşınıp insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu sebeple dalyanlar gibi sucul ekosistemlerde kirlenmelerin organizmalar tarafından izlenmesi ve ortam kalitesini belirlenmesi amacıyla biyoindikatör olarak bivalveler kullanılmaktadır. Bu bakımdan ağır metal biriktirme kabiliyetlerine bağlı olarak, sülunes türleri kirliliğin izlenmesinde midye ve akivades gibi biyoindikatör olarak kullanılabilir. Yapılan bu çalışmada, süluneslerin yumuşak dokusunda metal konsantrasyonları üreme dönemine bağlı olarak yaz döneminde yüksek saptanmıştır. Hg, Cd, Pb konsantrasyonları açısından herhangi bir sağlık riski taşımamasına rağmen; Cr değerleri PTWI seviyelerinin oldukça üstündedir. Süluneslerde bulunan yüksek Cr konsantrasyonları değerlendirildiğinde Homa Dalyanı'nda metal kirliliğinin izlenmesinin devam etmesi gerektiği görülmektedir. Bu bağlamda, Homa Dalyanı gibi ekolojik öneme sahip, aynı zamanda da üretim yapılan alanlarda, biyoindikatör organizmalar kullanılarak kirliliğin izlenmesi ve kontrol altında tutulması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2017.KB.FEN.035).

KAYNAKÇA

- Ali, M., & Taylor, A. (2010). The effect of salinity and temperature on the uptake of cadmium and zinc by the common blue mussel, *Mytilus edulis* with some notes on their survival. *Mesopotamian Journal of Marine Science*, 25(1), 11-30.
- Anthony, A., J. Atwood, P. August, C. Byron, S. Cobb, C. Foster, C. Fry, A. Gold, K. Hagos, L. Heffner, D. Q. Kellogg, K. Lellis-Dibble, J. J. Opaluch, C. Oviatt, A. Pfeiffer-Herbert, N. Rohr, L. Smith, T. Smythe, J. Swift, & N. Vinheiro. (2009). Coastal lagoons and

climate change: ecological and social ramifications in U.S. Atlantic and Gulf coast ecosystems. *Ecology and Society*, 14(1), 8.

- Atabeyoğlu, K.&Atamanalp, M. (2010). Yumuşakçalarda (Mollusca) yapılan ağır metal çalışmaları. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 5(1), 35-42.

- Atılğan, İ. & Egemen Ö., (2001). Güllük ve Homa Lagünü sedimentlerinde karbon, yanabilen madde ve bazı ağır metal (Cu, Zn) düzeylerinin karşılaştırmalı olarak araştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-2), 225-232.

- ATSDR, (2016). Minimal risk levels (MRLs), March 2016. <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/mrlolist.asp> (accessed 25th April 2016)
- Barón, P. J., Real, L. E., Ciocco, N. F., & Ré, M. E. (2004). Morphometry, growth and reproduction of an Atlantic population of the razor clam *Ensis macha* (Molina, 1782). *Scientia Marina*, 68(2), 211-217.
- Bernhard, M., (1976). Manual methods in the aquatic environment (Part 3). Sampling and analyses of biological material. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 158.
- Bilgin, M., & Uluturhan, E.S., (2015). Assessment of heavy metal accumulation in *Mytilus galloprovincialis* and *Tapes decussatus* (Bivalvia) distributed in the Homa Lagoon (Izmir Bay). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 32(1), 1-8. DOI: [10.12714/egejfas.2015.32.1.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.2015.32.1.01)
- Bilgin, M., & Uluturhan-Suzer, E. (2017). Assessment of trace metal concentrations and human health risk in clam (*Tapes decussatus*) and mussel (*Mytilus galloprovincialis*) from the Homa Lagoon (Eastern Aegean Sea). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(4), 4174-4184. DOI: [10.1007/s11356-016-8163-2](https://doi.org/10.1007/s11356-016-8163-2)
- Bonada N., Prat N. Resh V. H., & Statzner B., (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Annual review of entomology*, 51, 495-523. DOI: [10.1146/annurev.ento.51.110104.151124](https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124)
- Breen M., Howell T., & Copland P., (2011) A report on electrical fishing for razor clams (*Ensis* Sp.) and its likely effects on the marine environment. *Marine Scotland Science Report*, 3(11).
- Carvalho CEV, Ovalle ARC, Rezende CE, Salomão MSMB, Molisani MM, & Lacerda LD. (1999). Seasonal variation of particulate heavy metals in the Lower Paraíba do Sul River Drainage Basin, R.J. Brazil. *Environmental Geology*, 37(4), 297-302.
- Christopher, B. N., Ekaluo, U.B., & Asuquo, F.E. (2010). Comparative Bioaccumulation of Heavy Metals (Fe, Mn, Zn, Cu, Cd & Cr) by Some Edible Aquatic Mollusc from the Atlantic Coastline of South Eastern Nigeria. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2, 317-321.
- COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 Maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, OJ L 364, 20.12.2006, p 5
- Dora, E.Ç., Sunlu, U., & Ergen, Z., (2007). Heavy metal concentrations in *Hediste diversicolor* (Polychaeta) and sediments from Homa Lagoon (Izmir Bay-Turkey). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 2007, 38.
- Elbek G., Emiroğlu D. İ., & Saygı H. (2003). Ege Bölgesi Dalyanlarının Genel Bir Durum Değerlendirilmesi, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2), 173-183.
- Egemen, Ö., Sunlu, U., & Kaymakçı, A. (1998). "Heavy metal concentrations in some molluscs and in surficial sediments from Izmir Bay/Türkiye", *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 1998, 35.
- FAO/WHO, (2004). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 63rd Meeting Geneva, Italy, 8-17 June 2004.
- FAO/WHO, (2010). FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 73rd Meeting Geneva, Italy, 8-17 June 2010.
- Farrington J.W., Goldberg E.D., Risebrough R.W., Martin J.H., & Bowen V.T. (1983). US "Mussel Watch" 1976-1978: an overview of the trace metal, DDT, PCB, hydrocarbon and artificial radio- nuclide date. *Environmental Science and Technology*, 17, 490-496
- Gönenç, İ. E., & Wolflin J. P. (2005). *Coastal lagoons: ecosystem processes and modeling for sustainable use and development*. Florida: CRC Press, Boca Raton
- Hassan R. & Kanakaraju D. (2013). Razor clams (Class Bivalvia) of Kuala Selangor, Malaysia: morphology, genetic diversity and heavy metal concentration. *Borneo Journal of Resource Science and Technology*, 2(2), 19-27
- Hu H. (2000). *Exposure to metals. Occupational and Environmental Medicine*, 27, 983-996.
- Hu H. (2002). *Life Support The Environment and Heavy Metals*, 64-70 London: The MIT Pres.
- Huang, H.; Wu, J.Y.; & Wu, J.H. (2007). Heavy metal monitoring using Bivalved shellfish from Zhejiang Coastal Waters, East China Sea. *Environmental Monitoring and Assessment; Dordrecht*, 129(1-3), 315-20. DOI: [10.1007/s10661-006-9364-9](https://doi.org/10.1007/s10661-006-9364-9)
- Kamaruzzaman B.Y., Zahir M.S., John B. A., Waznah S. A., Jalal K.C.A, Shahbudin S., Al-Barwani S.M. & Goddard, J. S. (2010). Determination of some heavy metal concentrations in razor clam (*Solen brevis*) from Tanjung Lumpur Coastal waters, Pahang, Malaysia. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(24), 1208-1213.
- Kanakaraju D., Ibrahim F., & Berseli M.N. (2008)a. Comparative study of heavy metal concentrations in razor clam (*Solen regularis*) in Moyan and Serpan, Sarawak. *Global journal of Environmental Research*, 2(2), 87-91.
- Kanakaraju D., Jios A.C., & Long S.M (2008)b. Heavy metal concentrations in the Razor clams (*Solen spp*) from Muara Tebas, Sarawak. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 12(1), 53-58.
- Kayhan F.E., Muşlu M.N., & Koç N.D. (2009). Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar. *Journal of Fisheries Science*, 3(2), 153-162. DOI: [10.3153/jfsc.2009019](https://doi.org/10.3153/jfsc.2009019)
- Kumar, V., Sinha, A. K., Rodrigues, P. P., Mubiana, V. K., Blust, R., & De Boeck, G. (2015). Linking environmental heavy metal concentrations and salinity gradients with metal accumulation and their effects: a case study in 3 mussel species of Vitória estuary and Espírito Santo bay, Southeast Brazil. *Science of the Total Environment*, 523, 1-15.
- Li, Y., Z. Yu, X. Song & Q. Mu. (2006). Trace metal concentrations in suspended particles, sediments and clams (*Ruditapes philippinarum*) from Jiaozhou bay of China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 121, 491-501. DOI: [10.1007/s10661-005-9149-6](https://doi.org/10.1007/s10661-005-9149-6)
- Marsden, I. D., Smith, B. D., & Rainbow, P. S. (2014). Effects of environmental and physiological variables on the accumulated concentrations of trace metals in the New Zealand cockle *Austrovenus stutchburyi*. *Science of the Total Environment*, 470, 324-339. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2013.09.085](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.09.085)
- Mordoğan, H., Yaramaz, Ö., & Alpbaz, A. (1990). Homa Dalyanı sedimentlerinde bazı ağır metallerin (Fe, Ni, Co, Mn, Sb) derişimlerinin araştırılması. *Ege Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 8(29-30), 44-50.
- Mubiana, V.K., Qadah, D., Meys, J., & Blust, R.. (2005). Temporal and spatial trends in heavy metal concentrations in the marine mussel *Mytilus edulis* from Western Schelt estuary (The Netherlands). *Hydrobiologia*, 540, 169-180. DOI: [10.1007/s10750-004-7134-7](https://doi.org/10.1007/s10750-004-7134-7)
- Parlak, H., Çakır, A., Boyacıoğlu, M., & Çakal Arslan, Ö. (2006). Heavy metal deposition in sediments from the delta of the Gediz River (Western Turkey): a preliminary study. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(3-4), 445-448.

- Pechenik, J.A. (2000). *Biology of the invertebrates*. USA: McGraw-Hill High Education Publication.
- Phillips, D. J. H. (1977). Effects of salinity on the net uptake of zinc by the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 41(1), 79-88.
- Phillips, D.J.H., (1995). The chemistries and environmental fates of trace metals and organochlorines in aquatic ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 31, 193-200.
DOI: [10.1016/0025-326X\(95\)00194-R](https://doi.org/10.1016/0025-326X(95)00194-R)
- Regoli, F. (1998). Trace metals and antioxidant enzymes in gills and digestive gland of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 34, 48-63.
- Remacha A. & Anadon N. (2006). Reproductive cycle of the razor clam *Solen marginatus* in Spain: a comparative study in three different locations. *Shellfish Research*, 25, 896-876.
DOI: [10.2983/035.035.0213](https://doi.org/10.2983/035.035.0213)
- Roesijadi, G. & W. E. Robinson. (1994). Metal regulation in aquatic animals: mechanism of uptake, accumulation and release. *Aquatic Toxicology (Molecular, Biochemical and Cellular Perspectives)*, Lewis Publishers, London p. 539.
- Saeedi H., Raad S.P., Ardalan A. A., Kamrani E. & Kiabi B. H. (2009). Growth and reproduction of *Solen dactylus* (Bivalvia: Solenidae) on northern coast of the Persian Gulf (Iran). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(8), 1635-1642.
DOI: [10.1017/S0025315409000964](https://doi.org/10.1017/S0025315409000964).
- Saeedi H., Ashja Ardalan A., Hassanzadeh Kiabi B., & Zibaseresht R. (2012). Metal concentrations in razor clam *Solen dactylus* (Von Cosel, 1989) (Bivalvia: Solenidae), sediments and water in Golshahr coast of Bandar Abbas, Persian Gulf. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(1), 165-183
- Sunlu, U. & Egemen, Ö. (1998) . Homa Dalyanı ve İzmir Körfezinin (Ege Denizi) farklı bölgelerindeki kirlenme durumu ile bazı ekonomik balık türlerinde ağır metal düzeylerinin araştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(3-4), 241-261.
- Sunlu, U. & Taş, E. Ç. (2005). İzmir Orta Körfezinde dağılım gösteren süluneslerde ve yaşadığı sedimentte ağır metal düzeylerinin araştırılması. SÜF-008, Araştırma Raporu.
- Taş, E. Ç., Ergen, Z., & Sunlu, U. (2009). 2002-2004 Yılları Arasında Homa Lagünü'nden (İzmir Körfezi) Toplanan Hediste diversicolor'da ve Yaşadığı Sedimentte Ağır Metal Düzeylerinin (Cd, Cu, Zn, Pb, Cr, Fe) Araştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(3), 179-185.
- Taş, E. Ç., & Sunlu, U. (2013). Distribution Of Some Heavy Metals In Surface Sediments From The Homa Lagoon (Izmir Bay, TURKEY). *Rapp. Comm. Int. Mer Medit*, 2013, 40.
- Taylan, Z.S. & Özkoç, H.B. (2007). Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biokullanılabilirliği. *Balikesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 17-33.
- Türk Gıda Kodeksi (2008) Balıkçılık düzenlemeleri, Resmî Gazete, Sayı 26879. Ankara, Türkiye Fisheries regulations, Official Gazette, Number. 26879. Ankara, Turkey
- Uluocak, B. H. & Egemen, Ö. (2005) . İzmir ve Aliağa Körfezi'nde mevsimsel olarak avlanan bazı ekonomik balık türlerinde organik klorlu pestisit kalıntılarının araştırılması, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2), 149-160.
- Uluturhan, E., Konaş A., Can, E. (2011). Sediment concentrations of heavy metals in the Homa Lagoon (Eastern Aegean Sea): Assessment of contamination and ecological risks. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1989-1997.
DOI: [10.1016/j.marpolbul.2011.06.019](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.06.019)
- UNEP, (1982). Reference methods for marine pollution studies, 14.
- Viarengo, A., & Canesi, L. (1991). Mussels as biological indicators of pollution. *Aquaculture*, 94, 225-243.
DOI: [10.1016/0044-8486\(91\)90120-V](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90120-V)
- Viarengo, A., Lowe, D., Bolognesi, C., Fabbri, E., & Koehler, A. (2007). The use of biomarkers in biomonitoring: A 2-tier approach assessing the level of pollutant-induced stress syndrome in sentinel organisms. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology* 146, 281-300.
DOI: [10.1016/j.cbpc.2007.04.011](https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2007.04.011).
- Yap, C.K., Razeef, S.M.R., Edward, F.B., & Tan, S.G. (2009). Heavy metal concentrations (Cu, Fe, Ni, Zn) in the clam *Glauconome virens*, collected from the northern intertidal areas of peninsular Malaysia. *Malaysia Application Biology*, 38, 29-35.
- Yusoff N. A. M. & Long S.M. (2011). Comparative bioaccumulation of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Cd, Cr, Pb) in different edible mollusk collected from the estuary area of Sarawak River. *Empowering Science, Technology and Innovation Towards a Better Tomorrow*: 806-811.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Age, growth, reproduction and mortality of Red Mullet (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) from the Turkish coasts of the Black Sea

Türkiye'nin Karadeniz kıyılarından avlanan barbunya (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) balığında yaş, büyüme, üreme ve ölüm oranları

Bülent Yılmaz¹ • Osman Samsun² • Okan Akyol³ • Yakup Erdem⁴ • Tevfik Ceyhan^{5*}

¹ Sinop University Faculty of Fisheries, Sinop, Turkey <https://orcid.org/0000-0003-2096-5996>

² Sinop University Faculty of Fisheries, Sinop, Turkey <https://orcid.org/0000-0003-2746-7260>

³ Ege University Faculty of Fisheries, Urla, Izmir, Turkey <https://orcid.org/0000-0001-7738-2156>

⁴ Sinop University Faculty of Fisheries, Sinop, Turkey <https://orcid.org/0000-0003-4754-0963>

⁵ Ege University Faculty of Fisheries, Urla, Izmir, Turkey <https://orcid.org/0000-0002-4799-5709>

*Corresponding author: tevfik.ceyhan@ege.edu.tr

Received date: 20.06.2018

Accepted date: 13.11.2018

How to cite this paper:

Yılmaz, B., Samsun, O., Akyol, O., Erdem, Y. & Ceyhan, T. (2019). Age, growth, reproduction and mortality of Red Mullet (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) from the Turkish coasts of the Black Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 41-47. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.05

Öz: Bu çalışmada, özellikle Sinop balıkçı limanına gelen uzatma ağı ve trol avcılığı yapan ticari teknelerden Kasım 2015 ve Kasım 2016 tarihleri arasında 989 adet barbunya (*Mullus barbatus ponticus*) bireyi toplanmıştır. Elde edilen örneklerin boyları 9,2 ile 19,2 cm (ortalama: 13,3 ± 1,3 cm) arasında; ağırlıkları ise 8,2 ile 68,6 g (ortalama: 25,7 ± 8,0 g) arasında değişim göstermiştir. Örnekler ağırlıklı olarak 13–15 cm boy grubunda yer almaktadır. 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının düzenlenmesi hakkındaki tebliğde *Mullus barbatus* türü için asgari avlanma boyu 13 cm olarak bildirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen örneklerin %39'unun söz konusu yasal boyun altında kaldığı tespit edilmiştir. Barbunya bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi $\log(W) = -1,864 + 2,902 \log(TL)$ ($r^2 = 0,92$) olarak hesaplanmıştır. Bireylerin yaş grupları ise I ile IV arasında değişim göstermektedir. Yaşlara göre ortalama boylar; I yaş grubu için 11,43 ± 0,04 cm, II yaş grubu için 13,22 ± 0,04 cm, III yaş grubu için 15,24 ± 0,06 cm ve IV yaş grubu için 18,44 ± 0,29 cm olarak hesaplanmıştır. GSI değerleri dikkate alındığında, türün üreme faaliyetini Mayıs ile Temmuz ayları arasında gerçekleştirdiği ve bu aktivitenin en yüksek düzeye Haziran ve Temmuz aylarında ulaştığı anlaşılmaktadır. *M. barbatus ponticus* bireyleri için hesaplanan von Bertalanffy büyüme parametreleri; $L_{\infty} = 17,64 \pm 1,43$ cm, $k = 0,43 \pm 0,13$ ve $t_0 = -11,33 \pm 0,37$ olarak bulunmuştur. Ayrıca, bireylerde doğal ölüm oranı (M) 0,91 yıl⁻¹, balıkçılık kaynaklı ölüm oranı (F) 0,52 yıl⁻¹, toplam ölüm oranı (Z) 1,43 yıl⁻¹ ve sömürülme oranı (E) ise 0,36 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Barbunya, yaş, büyüme, üreme, ölüm oranları, Sinop, Karadeniz

Abstract: A total of 989 red mullets, *Mullus barbatus ponticus*, from the Black Sea were monthly collected from commercial gill/trammel net and bottom trawl fisheries, especially landed at Sinop Fishing Port, between December 2015 and December 2016. Total lengths and weights of red mullet specimens were ranged from 9.2 cm to 19.2 cm (average: 13.3 ± 1.3 cm) and from 8.2 g to 68.6 g (average: 25.7 ± 8.0 g), respectively. The samples were grouped densely between 13 and 15 cm. Minimum landing size (MLS) is 13 cm for *Mullus barbatus* according to Turkish Fisheries Regulation Circular. Thus, 39% of all samples in this study are under legal size. The LWR equation calculated was $W = 0.0137 \times TL^{2.902}$ ($r^2 = 0.92$). Age groups of red mullets in the Black Sea were ranged from I to IV. The mean lengths according to age groups (I, II, III, and IV) were 11.43 ± 0.04 cm, 13.22 ± 0.04 cm, 15.24 ± 0.06 cm, and 18.44 ± 0.29 cm, respectively. According to GSI values, reproduction of red mullets is between May and July with the peaks of June–July. The estimated von Bertalanffy growth parameters with standard errors were $L_{\infty} = 17.64 \pm 1.43$ cm, $k = 0.43 \pm 0.13$, and $t_0 = -1.33 \pm 0.37$. The mortality rates (M, F, and Z), and exploitation rate (E) of *M. barbatus ponticus* were 0.91 year⁻¹, 0.52 year⁻¹, 1.43 year⁻¹, and 0.36, respectively.

Keywords: Red mullet, age, growth, reproduction, mortality rates, Sinop, Black Sea

INTRODUCTION

Red mullets (or Goatfishes, Family Mullidae) are small to moderate size demersal fish found mainly in shallow waters to the depth range 100-300 m and the most characteristic feature of the family is a pair of barbels on the chin which are used to locate the prey by stirring and probing the substrate. They feed on small benthic invertebrates such as crustaceans, worms and molluscs (Golani et al., 2006; Froese and Pauly, 2017). The family consists of six genera and about 62 species are present in the Atlantic, Indian, and Pacific oceans. Five species of goatfishes are present in the Mediterranean Sea: the indigenous species, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 and *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758; the exotic species, *Upeneus moluccensis* (Bleeker, 1855) and *Upeneus pori* Ben-Tuvia and Golani, 1989 of Indo-Pacific origin; and *Pseudupeneus prayensis* (Cuvier, 1829) from the Atlantic Ocean (Bariche et al., 2013). A new species of mullids, *Parupeneus forsskali* (Fourmanoir and Guézé, 1976) was also captured the north of Beirut (Bariche et al., 2013).

Although *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 is common in all Turkish waters (i.e. the Sea of Marmara, the Aegean Sea, and the southern coasts of Turkey), subspecies *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 inhabits in the Black Sea and the Sea of Azov. It is distinguished from *M. barbatus barbatus* by the number of suborbital scales, the length of maxillae and also by its general silver colour and darker colour between the dorsal fins and the lateral line (Hureau, 1986).

Mullus barbatus ponticus is a very commercial fish species along the coasts of Black Sea and it is mainly caught by trawls and gillnets along the Turkish coasts of the Black Sea. Dinçer and Bahar (2008) stated that the gillnets were predominant gear owing to prohibition of area within the three miles range for bottom trawls and also the existence of unfavourable bottom structure.

Total catch amount of red mullet in the Black Sea in 2015 was about 328 tons, of which 254 tons in eastern and 74 tons in western parts of the Black Sea. Catch amount of *M. barbatus ponticus* in the Black Sea is 1/3 in all red mullet's production of Turkey (TUIK, 2015). Between 2000 and 2016, 14% of the total production of red mullet throughout the Mediterranean comes from Turkey, while 91% of catch of red mullet from Black Sea countries (Bulgaria, Ukraine and Turkey) belongs to Turkey (FAO, 2018). Therefore, Turkey is the third main red mullet producer in the Mediterranean. However, total production tends to declining in the last six years (average: 1916 tons). For instance, red mullet production fluctuated from 2790 tons in 2011 to 1281 tons in 2015 (average for 2000-2016: 2205 tons). It is obvious that there is an intensive fishing on red mullet stocks in the Black Sea. The stock status and level of

fishing of the red mullet in the Black Sea should be monitored in order to realize the fisheries management aimed to sustainable economic and social benefits from harvesting and conserving productivity of the fish stock. Thus, this study provides some actual information such as length, weight, age, reproduction period, and mortality rates of red mullet population in the southern Black Sea in order to detect whether the fishing pressure exists or not.

MATERIAL AND METHODS

A total of 989 red mullets from the Black Sea were monthly obtained from the commercial coastal gillnetters and bottom trawlers which landed their catches in Sinop, Türkeli, Ayancık, Aklıman and Gerze fishing ports between December 2015 and December 2016.

Red mullets were measured to the nearest millimetre [total length (TL)], weighed to the nearest gram (total wet weight). The gonadosomatic index (GSI) was calculated monthly by the equation: $GSI = (\text{gonad weight} / \text{fish weight}) * 100$.

Totally 989 otoliths were used for ageing. Sagittal otoliths were removed, wiped clean, and stored dry, and then otoliths were placed in glycerol and were examined (10X magnification) under reflected light using a binocular microscope (NIKON SMZ 745T).

Total lengths (TL) of fish were measured to nearest ± 0.1 cm and ± 0.1 g. Length-weight relationship (LWR) was computed from the following formula: $W = a * TL^b$. The logarithmic transformation was performed as $\log W = \log a + b \log L$, where W is weight (g), L is length (cm), a is the intercept and b is the slope of the linear regressions.

Natural mortality of red mullet was computed from Pauly (1980)'s following multiple regression formula: $\ln M = -0.0152 - 0.279 * \ln L_{\infty} + 0.6543 * \ln k + 0.463 * \ln T$, where M is natural mortality in a given stock, L_{∞} is asymptotic length, k is growth coefficient and the value of T is the annual mean temperature (in °C) of the sea water. Non-seasonal growth parameters, L_{∞} and k , were estimated with von Bertalanffy growth formula in the FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT II) computer program (FAO, 2006–2008). The mean annual temperature (T) for the Black Sea was obtained from World Sea Temperatures (2018). Overall growth performance was estimated by the index Φ' (phi-prime test) (Pauly and Munro, 1983), $\Phi' = \log K + 2 \log L_{\infty}$.

Total mortality (Z) was estimated from the mean size in the catch, developed by Beverton and Holt (1957). It can be estimated from the mean length in the catch from a given population by means of $Z = k (L_{\infty} - L_{\text{mean}})$.

$(L_{\text{mean}} - L_c)$, where L_{∞} and k are parameters of the von Bertalanffy growth equations. [Erkoyuncu \(1995\)](#) stated that if L_c is not available, L' can be used in the formula instead of the L_c , i.e. $L_c = L'$. [Pauly and Soriano \(1986\)](#) indicated that L_{mean} is the mean length computed from L' upward, the latter being a length not smaller than the smallest length of fish fully represented in the catch samples. Note that L' is the lower limit of the corresponding length interval ([Sparre and Venema, 1998](#)).

Fishing mortality (F) can be estimated from $F = Z - M$. Once values of F and M are available, an exploitation ratio (E) can be computed from $E = F / Z$, which allows one to assess if a stock is overfished or not, on the assumption that the optimal value of E (E_{opt}) is about equal to 0.5 ([Pauly, 1980](#)).

The null hypothesis of isometric growth ($H_0: b = 3$) was tested by t -test, using the statistic: $ts = (b-3) / Sb$,

where Sb is the standard error of the slope for $\alpha = 0.05$ ([Sokal and Rohlf, 1987](#)). The difference between the observed mean lengths and calculated mean lengths in all age groups was tested by Paired Sample t -test ([Zar, 1999](#)). The comparisons of growth performance indices were also performed by unpaired two-tailed t -tests. The significance level α for a given hypothesis in all statistical tests performed in this text is at 0.05. All of the mean values were given with standard error ($\pm$ SE). All calculations were performed using the IBM SPSS Statistics Ver. 20 software package.

RESULTS

The length and weight values were ranged from 9.2 cm to 19.2 cm (average: 13.3 ± 0.04 cm) and from 8.2 g to 68.6 g (average: 25.7 ± 0.25 g), respectively. According to sex, the length and weight distribution of *M. barbatus ponticus* were shown in [Table 1](#).

Table 1. Length–weight distribution of *M. barbatus ponticus* in Sinop, Black Sea (♀: female, ♂: male, ?: undefined, Σ: Total)

	♀		♂		?		Σ	
	TL (cm)	W (g)	TL (cm)	W (g)	TL (cm)	W (g)	TL (cm)	W (g)
Minimum	10.1	11.8	9.2	8.2	10.1	11.7	9.2	8.2
Maximum	19.2	68.6	17.2	53.9	14.1	30.0	19.2	68.6
Mean	13.5	26.7	13.1	24.2	11.5	16.6	13.3	25.7
SE ($\pm$)	0.05	0.33	0.06	0.38	0.28	1.36	0.04	0.25
n	632		344		13		989	

The length distributions of all fish are shown in [Figure 1](#). It is clear that the 14 cm length group had the highest percentage (approximately 32%). The female/male ratio was calculated as 1:0.5 and the females dominated in all age groups. There is a significant difference between female/male ratios in all age groups ($p < 0.05$).

The samples were grouped densely between 13 and 15 cm. Minimum landing size (MLS) is 13 cm for *Mullus barbatus* according to Regulation for Commercial Fisheries in Turkish Waters by General Directorate of Fisheries and Aquaculture ([BSGM, 2016](#)). Thus, 39% of all samples in this study are under legal size ([Figure 2](#)).

The reproduction period of red mullet is between May and July with the peaks of June and July ([Figure 3](#)).

The length–weight relationship is shown in [Figure 4](#). The LWR parameters (a , b , r^2) were computed as 0.0137 ± 0.031 , 2.902 ± 0.027 , and 0.92 ± 0.036 , respectively. The b value indicates an allometric growth ($p < 0.05$).

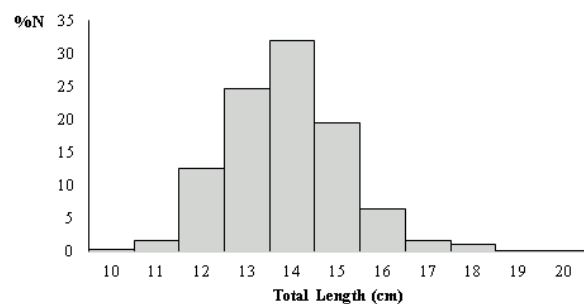


Figure 1. Length frequency of *M. barbatus ponticus* in Sinop region (the Black Sea)

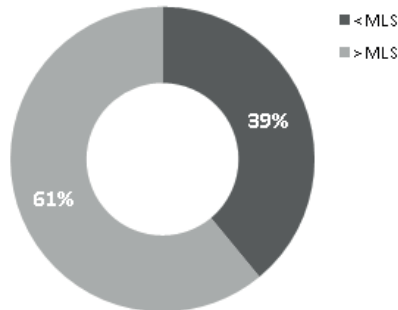


Figure 2. MLS percentages for *M. barbatus ponticus* in the Black Sea.

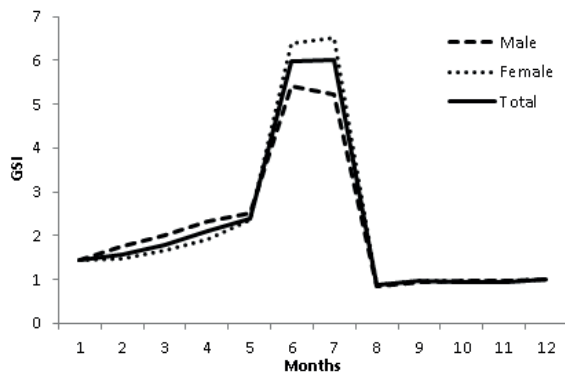


Figure 3. Reproduction period of *M. barbatus ponticus* in the Black Sea

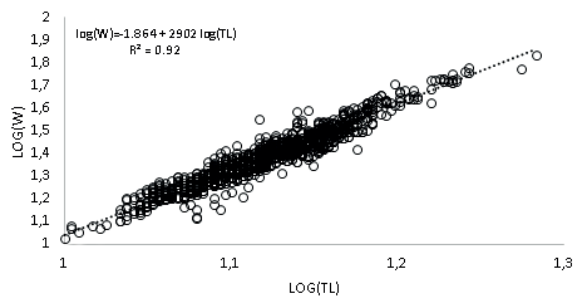


Figure 4. Length-weight relationship of *M. barbatus ponticus* in Sinop (Black Sea)

The age of red mullet was between I and IV. The mean lengths according to age groups (I, II, III and IV) were 11.43 ± 0.04 , 13.22 ± 0.04 , 15.24 ± 0.06 and 18.44 ± 0.29 , respectively. The estimated von Bertalanffy growth parameters with standard errors were $L_{\infty} = 17.64 \pm 1.43$ cm, $k = 0.43 \pm 0.13$, and $t_0 = -1.33 \pm 0.37$. The von Bertalanffy growth equation for length was $L_t = 17.64[1 - e^{-0.43(t+1.33)}]$. We also estimated growth parameters for males, females separately (Table 2), and found significant differences between

the growth curves for each sex ($p < 0.05$). The observed lengths of red mullet assigned to each age group were used to fit the VBGF (Figure 5). There were statistical differences between the observed (obs.) and calculated (calc.) mean lengths in all age groups ($p < 0.05$) except age I males, age IV females and all age IV ($p > 0.05$; Table 3).

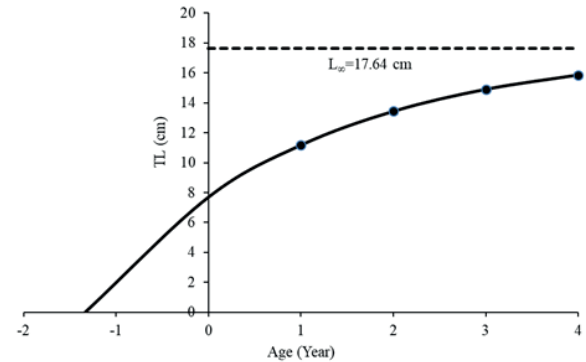


Figure 5. Age-length curve of *M. barbatus ponticus* in Sinop (Black Sea)

Table 2. Von Bertalanffy growth parameters for males, females and all samples combined. (L_{∞} is the asymptotic length, K the growth coefficient, and t_0 is the theoretical age at zero length)

Sex	L_{∞} (cm)	K	t_0
Male	16.72	0.47	-1.35
Female	17.67	0.46	-1.11
All fish	17.64	0.43	-1.33

Table 3. Observed and calculated mean lengths (FL, cm) of red mullet of each age group for females, males and sexes combined.

Sex and length parameter	Value per age group (years)			
	1	2	3	4
Female				
L_{obs}	11.52	13.27	15.27	18.50*
L_{calc}	10.85	13.43	14.90	15.86
Male				
L_{obs}	11.44*	13.12	15.13	
L_{calc}	11.2	13.27	14.56	
All fish				
L_{obs}	11.43	13.22	15.24	18.50*

*Significant differences ($p < 0.05$)

Mortalities (M, F, and Z) and exploitation rate (E) of red mullet from the Black Sea were 0.91 year⁻¹, 0.52 year⁻¹, 1.43 year⁻¹ and 0.36 year⁻¹, respectively. The mean annual habitat temperature (T), L_{mean} and L' are assumed as 15.6 °C, 13.3 cm, and 12 cm, respectively.

DISCUSSION

Red mullet is very commercial species in Sinop region as well as whole Black Sea coasts. The fish is usually caught by trawl nets in western part of Sinop, while caught by gillnets (in this study, the mesh size: 32 mm) eastern coasts of Sinop. However, the highest length with 14 cm (i.e. over MLS) seems good selection of these gears. [Dinçer and Bahar \(2008\)](#) calculated the gillnet selectivity that optimum length was 14.24 cm for 32 mm mesh size. Thus, the gillnet with 32 mm mesh size is a selective fishing gear for the red mullet.

LWR of red mullet seems that there is a negative allometric growth ($b = 2.90$). Other LWR parameters and minimum and maximum lengths and weights of red mullet in the Black Sea were shown in Table 4. [Froese \(2006\)](#) stated that seasonal, geographic, climatic or other patterns in the variation of the condition factor should be used to explain within-species variation in weight-length relationships.

The $\emptyset'$ values were ranged from 1.87 to 2.64 in the Black Sea. In this study, $\emptyset'$ was calculated as 2.12, 2.16 and 2.13 for males, females and all, respectively ([Table 5](#)). Our results are between ranges of the other studies. [Burton et al. \(2014\)](#) stated that population parameters can vary interannually for variable recruitment and environmental conditions and other reasons. Moreover, the temperature, density of food and diseases, etc. may affect the growth indice ([Pauly, 1994; Wootton, 1998](#)).

The estimate of fishing mortality ($F = 0.52$) is lower than natural mortality ($M = 0.91$), and according to exploitation rate ($E = 0.36$), there is no overfishing on red mullet stocks. In fact, the over fishing on red mullet stock seems in the Black Sea depends on the annual catch data. [Yildiz and Karakulak \(2016\)](#) also found as $E = 0.65$ from the data obtained from the commercial trawlers. The lower E value in this study may be obtained from fishery dependent data, collected from mostly gillnetters. The mesh sizes in gillnets used in this study could select the fish that are bigger than MLS. Thus, the differences between the fishing gears and methodologies may affect the calculated value of E. In conclusion, the authors propose that the further studies related to the fishing effort of the fleets as well as the selectivity must be conducted repeatedly in terms of the sustainable red mullet fishery.

Table 4. Substantial LWR records of red mullet in the Black Sea

Authors	n	$L_{\text{min}}-L_{\text{max}}$	$W_{\text{min}}-W_{\text{max}}$	a	b	r^2
Kalaycı et al. (2007)	176	6.6–18.4	2.9–60.2	0.011	2.96	0.98
Demirhan and Can (2007)	432	6.8–14.6	–	0.005	3.24	0.97
Ak et al. (2009)	714	6.1–21.9	2.1–161.1	0.007	3.14	0.99
Aksu et al. (2011)	699	7.3–18.7	-	0.011	2.97	0.98
Özdemir and Duyar (2013)	225	9.3–20.1	8.6–87.9	0.011	2.98	0.97
Aydın and Karadurmuş (2013)	1435	6.4–21.5	2.1–105.4	0.009	3.03	0.97
Akyol and Samsun (2017)	1301	8.2–20.2	5.6–86.5	0.008	3.11	0.96
This study	989	9.2–19.2	8.2–68.6	0.014	2.90	0.92

Table 5. Growth parameters and growth performance index values of red mullet from the Black Sea

Sex	L_{∞}	K	t_0	$\emptyset'$	Source
Σ	29.49	0.10	-3.22	1.96	Samsun and Erkoyuncu (1992)
Σ	24.8	0.12	-0.33	1.87	Bingel et al (1995)
♂	21.03	0.20	-2.33	1.96	Şahin and Akbulut (1997)
♀	21.26	0.23	-1.94	2.02	
Σ	24.99	0.12	-3.28	1.87	Samsun and Özdamar (1995)
♂	22.16	0.21	-2.04	2.02	Genç (2000)
♀	25.55	0.24	-1.32	2.19	
Σ	23.83	0.23	-1.62	2.11	
Σ	30.8	0.14	-1.79	2.12	İşmen et al (2000)
Σ	24.22	0.22	-1.71	2.11	Genç et al.(2002)
♂	25.25	0.15	-1.59	1.99	Süer (2008)
♀	39.36	0.08	-1.92	2.10	
Σ	20.15	0.33	--	2.13	Aksu et al. (2011)
♂	19.30	0.35	-0.75	2.12	Aydın and Karadurmuş (2013)
♀	25.40	0.14	-2.70	1.97	
Σ	27.40	0.14	-2.35	2.02	
♂	23.10	0.81	-1.91	2.64	Yıldız and Karakulak (2016)
♀	24.80	0.15	-2.31	1.96	
Σ	24.10	0.17	-1.98	2.00	
Σ	19.21	0.68	-0.13	2.40	Samsun (2017)
♂	16.72	0.47	-1.35	2.12	This study
♀	17.67	0.46	-1.11	2.16	
Σ	17.64	0.43	-1.33	2.13	

REFERENCES

- Ak, O., Kutlu, S. & Aydın, İ. (2009). Length–weight relationship for 16 fish species from the eastern Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 9, 125-126.
- Aksu, H., Erdem, Y., Ozdemir, S. & Erdem, E. (2011). Estimation of some population parameters of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) caught in the Black Sea. *Journal of FisheriesSciences.com* 5, 345-353.
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013). An investigation on age, growth and biological characteristics of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) in the eastern Black Sea. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 12, 277-288.
- Bariche, M., Bilecenoğlu, M. & Azurro, E. (2013). Confirmed presence of the Red Sea goatfish *Parupeneus forskali* (Fourmanoir and Guézé, 1976) in the Mediterranean Sea. *BiolInvasions Records*, 2, 173-175. DOI:10.3391/bir.2013.2.2.15
- Beverton, R.J.H. & Holt, S.J. (1957). On the dynamics of exploited fish populations. UK Ministry Agriculture and Fisheries, *Fish Invest*, 19, 533 p.
- Bingel, F., Gücü, A.C., Stepnowski, A., Niermann, U., Doğan, M., Kayıkçı, Y., Mutlu, E., Avşar, D., Kideys, A.E., Uysal, Z., İşmen, A., Bekiroğlu, Y., Genç, Y., Okur, H., Zengin, M., (1995). *Stock assessment studies for the Turkish Black Sea coast: Fisheries Investigations*. Final Report. Sponsored by NATO-SSP, DPT through TÜBİTAK. Institute of Marine Sciences of Middle East Technical University, Turkey, 159 s.
- BSGM (2016). Regulation for commercial fisheries in seas and inland waters for 2016–2020 fishing period, numbered 4/1 (No: 2016/35). General Directorate of Fisheries and Aquaculture (BSGM), Republic of Turkey Ministry of Food Agriculture and Livestock, Ankara, Turkey (in Turkish).
- Burton, M.L., Potts, J.C. & Carr, D.R. (2014). Age, growth, and mortality of Yellowmouth grouper from the South-eastern United States. *Marine and Coastal Fisheries*, 6, 33-42. DOI: 10.1080/19425120.2013.866998
- Demirhan, S.A. & Can, M.F. (2007). Length–weight relationships for seven fish species from the south eastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 282-283. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x

- Dinçer, A.C. & Bahar, M. (2008). Multifilament gillnet selectivity for the red mullet (*Mullus barbatus*) in the eastern Black Sea coast of Turkey, Trabzon. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8, 355-359.
- Erkoyuncu, İ. (1995). Fisheries biology and population dynamics (In Turkish). Sinop: On Dokuz Mayıs University, Faculty of Fisheries.
- FAO. (2006-2008). Fisheries and aquaculture software. FISAT II - FAO-ICLARM Stock Assessment Tool. Rome: FAO.
- FAO. 2018. Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2016 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2017. Available at: <https://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en> (accessed 9 November 2018).
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253.
DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x)
- Froese, R. & Pauly, D. (2017). FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from www.fishbase.org. Version (10/2016) (22.02. 2017).
- Genç, Y. (2000). *Bio-ecological and population parameters for red mullet (Mullus barbatus ponticus, Ess. 1927) in the Eastern Black Sea Coastal*. Black Sea Technical University, Department of Fisheries Technology Engineering, PhD Thesis, Trabzon. (In Turkish).
- Genç, Y., Mutlu, C., Zengin, M., Aydın, I., Zengin, B. & Tabak, I. (2002). *Determination of the effect of catch effort on demersal fish stocks in the Eastern Black Sea*. Agricultural and Rural Affairs, TAGEM Final Report. (In Turkish).
- Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. (2006). The fishes of the eastern Mediterranean. Istanbul: Turkish Marine Research Foundation.
- Hureau, J.C. (1986). Mullidae. In: PJP. Whitehead, ML. Bauchot, JC. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese (Ed), *Fishes of the North-Western Atlantic and the Mediterranean. Vol II* (pp.877-882).Paris: UNESCO.
- İşmen, A., Yıldırım, Y., İşmen, P., (2000). Growth characteristics and reproductive biology of red mullet (*Mullus barbatus*, L. 1758) in the eastern Black Sea. *Fisheries Symposium* (pp. 342-356). Sinop, Turkey. (In Turkish)
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007). Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7, 33-36.
- Özdemir, S. & Duyar, H.A. (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coasts, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences*, 1, 405-407.
- Pauly, D. (1980). A Selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Circular No.729, Rome: FAO.
- Pauly, D. (1994). *On the sex of the fish and the gender of scientists: A collection of essays in fisheries science*. London : Chapman & Hall.
- Pauly, D. & Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth fin fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 1, 21-22.
- Pauly, D. & Soriano, M.L. (1986). Some practical extensions to Beverton and Holt's relative yield-per-recruit model. In JL Maclean, LB Dizon, LV Hosillo (ed.), *The First Asian Fisheries Forum* (pp. 491-496). Manila: Asian Fisheries Society.
- Samsun, O. (2017). Length-Weight Relationship and Mortalities of *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 in the Central Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 3(2), 75-80.
- Samsun, O. & Erkoyuncu, İ. (1992). Investigation on some properties in terms of fisheries biology of red mullet caught by trawlers in the middle Black Sea. *XI. National Biology Congress*. Elazığ, Turkey. (In Turkish).
- Samsun, O., Özdamar, E., (1995). The assessment of the some population parameters of red mullet (*Mullus barbatus ponticus* Es., 1927) at 1994-1995 fishing season in Samsun Bay. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen/Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 5(1), 90-96. (In Turkish)
- Sokal, R. & Rohlf, F. (1987). *Introduction to biostatistics*, 2nd edn. USA: Freeman Publication.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessments. Part 1: Manual*. FAO Fish Tech Pap 306/1 Rev. 2, Rome: FAO.
- Süer, S. (2008). Determination of age and growth model of red mullet *Mullus barbatus ponticus* (Essipov, 1927) (Mullidae) by means of otolith reading and length-frequency analysis. *19 May University. Ph.D. Thesis*. (In Turkish).
- Şahin, T. & Akbulut, B. (1997). Some biological characteristics of *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 in the Eastern Black Sea coast of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 179-185.
- TUIK (2015). Fishery Statistics 2015. Retrieved from www.tuik.gov.tr (23.02.2017).
- Yıldız, T. & Karakulak, F.S. (2016). An investigation of age, growth and mortality of the red mullet *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758 in the western Black Sea, *Cahiers De Biologie Marine*, 57, 415-425.
- World Sea Temperatures, (2018). Sinop Sea Temperature. Retrieved from <https://www.seatemperature.org/> (23.02. 2017).
- Wootton, R.J. (1998). *Ecology of Teleost Fishes*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th edn. USA: Prentice-Hall.

Demersal trol balıkçılığında yatay ayırıcı panel etkinliği

Effectiveness of horizontal separator panel in demersal trawl net

Celalettin Aydın

Ege University, Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, İzmir, Turkey  <https://orcid.org/0000-0001-8993-6013>
caydina@gmail.com

Received date: 19.07.2018

Accepted date: 10.12.2018

How to cite this paper:

Aydın, C. (2019). Effectiveness of horizontal separator panel in demersal trawl net. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 49-55. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.06

Öz: Bu çalışmada, dip trol ağlarında yatay ayırıcı panel kullanımının etkinliği araştırılmıştır. Bu amaçla, 900 göz kesimli trol ağı, giriş kısmından itibaren mantar ve kurşun yakanın birleştiği noktadan yatay olarak ikiye ayrılmış, alt ve üst panel oluşturulmuştur. Denemeler Gülbahçe Körfezinde 29.04.2013 – 08.05.2013 tarihleri arasında “EGESÜF” araştırma gemisi ile yürütülmüştür. Çekim süresi 45 dakika ile standardize edilmiştir. Alt ve üst bölümde yakalanan türlerin alıkonulması için 20 mm ağ göz boyunda düğümsüz poliamid materyalden yapılmış torbalar kullanılmıştır. Yakalanan bireyler tür bazında ayrılmış sayı ve ağırlıkları alınmıştır. Ayrıca alt ve üst torbada yakalanan barbunya (*Mullus barbatus*), isparoz (*Diplodus annularis*), kırmızı mercan (*Pagellus erythrinus*) ve izmarit'e (*Spicara maena*) ilişkin total boy ölçümleri yapılmıştır. Alt ve üst torbada yakalanan türlerin ağırlık olarak miktarları arasında farklılık olup olmadığı t testi ile sınanmıştır. Alt ve üst torbada yakalanan barbunya, isparoz, k. mercan ve izmarit bireylerinin boy grupları arasında farklılığın olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiştir. Toplamda 21 geçerli çekim gerçekleştirilmiştir. Ağırlık olarak tüm türlerin % 80'i alt torbada, % 20'si ise üst torbada yakalanmıştır. Ağırlık olarak alt ve üst torbada yakalananlar arasında fark bulunmuştur ($P < 0.05$). Barbunya %96, isparoz %87 ve k. mercan %65 ile alt torbada yakalanırken, izmarit %69 ile üst torbada daha fazla oranda yakalanmıştır. İlerideki çalışmalarda balık davranışları da göz önünde bulundurularak kare gözlü torba, ızgara vb. çoklu sistemlerin beraber kullanılması ile çok sayıda türün bir arada yakalandığı demersal trol balıkçılığında daha etkin sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yatay ayırıcı panel, dip trolü, *Mullus barbatus*, *Diplodus annularis*, *Pagellus erythrinus*, *Spicara maena*

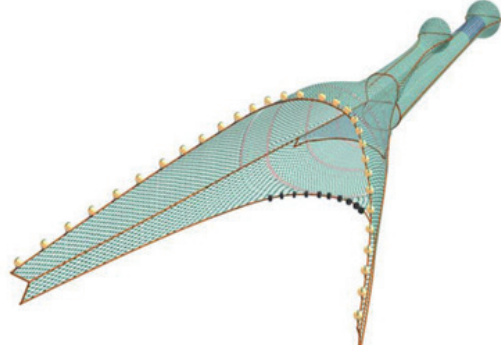
Abstract: In this study, it was evaluated that the effectiveness of horizontal separator panel in the demersal trawl net. A modified trawl net, 900 fishing circle, divided into two separate panels as lower and upper panel from the beginning of trawl mouth. Experiments were carried out in the Gülbahçe Bay/Izmir/Turkey between 29.04.2013 – 08.05.2013 with R/V “EGESÜF”. Trawl hauls are standardized at 45 minutes. Lower (LB) and upper bag (UB), which have polyamide 20 mm mesh sizes, were constructed for obtained the species in lower and upper parts. After hauling up the gear, the catches from the LB and UB were emptied onto the deck separately, sorted by species, and weighed. In addition, total lengths were measure for red mullet (*Mullus barbatus*), annular sea bream (*Diplodus annularis*), Common pandora (*Pagellus erythrinus*) and Blotched picarel (*Spicara maena*). T test was utilized for differences between LB and UB catches. The Kolmogorov–Smirnov (K–S) test was used to compare length distributions of the LB and UB specimens for red mullet, annular sea bream, common pandora and blotched picarel. A totally 21 hauls were performed. In total 790.1 kg belonging to 51 species was caught. As weight 80 % of species retained in LB and 20% in UB ($P < 0.05$). While most of red mullet (96%), annular sea bream (87%) and common Pandora (65 %) were caught in LB, Blotched picarel (69%) was obtained in UB. Further developments should be explored; with square mesh codend, sorting grid and multi selective system considering behaviour of species.

Keywords: Horizontal separator panel, trawl net, red mullet, annular sea bream, common pandora, blotched picarel

GİRİŞ

Balıkçılıkta sürdürülebilirlik en önemli konuların başında gelmektedir. Sürdürülebilirlik ise türlerin en az bir defa üredikten sonra yakalanması ile gerçekleşebilmektedir. Gerek cinsi olgunluğa ulaşmamış bireylerin yakalanması gerekse hedef dışı ve iskarta miktarı sorunu en çok trol balıkçılığında olmaktadır (Hall vd., 2000). Bu nedenle seçicilik çalışmaları daha çok trol balıkçılığında yoğunlaşmıştır. Torba ağ göz düzenlemesi ile (Ağ gözünü büyütme, kare gözlü torba kullanmak, torba ağ çevre göz sayısını azaltmak, vd.) boy seçiciliği geliştirilebilmektedir (Stewart, 2002). Ancak Akdeniz demersal trol balıkçılığı gibi çok sayıda türün bir arada yakalandığı balıkçılıkta, sadece ağ gözü düzenlemeleri yönetim stratejileri açısından yeterli değildir (Isaksen ve Waldemarsen, 1986; Robertson ve Ferro, 1988; Reeves vd., 1992; Petrakis ve Stergiou, 1997; Stergiou vd., 1997). Çünkü farklı morfolojik özelliklerinden dolayı türlerden biri için uygun olan ağ göz boyu, diğer tür veya türler için uygun seçicilik özelliği sağlayamamaktadır. Ekosistem yaklaşımlı sürdürülebilir balıkçılık açısından, Akdeniz demersal trol balıkçılığı gibi çok sayıda türün bir arada yakalandığı balıkçılıkta, boy seçiciliği yerine tür seçiciliği çalışmalarının daha olumlu sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (Stewart, 2002).

1950'li yıllarda başlayan seçicilik çalışmaları hedef türün yakalanma boyu üzerinde yoğunlaşırken, günümüzde tür, boy veya her ikisini kapsayan düzenlemeleri içermektedir. Trol balıkçılığında tür seçiciliği çalışmaları trolün kurşun ve mantar yakasından başlayarak torbanın son bölümüne kadar devam eden düzenlemeler ile yapılabilmektedir. Bunların başında, kurşun yaka düzenlemeleri (Hannah ve Jones, 2000), mantar yaka, üst paneli kesilmiş ağlar (Thomsen, 1993), yanal kaçış bölümü (Radial Escape Section; RES) (Valdemarsen, 1986; Conolly, 1992), ayırıcı ağ panel (Karlsen ve Larsen, 1988); balık gözü (Fish eye) (Watson vd., 1993), Kaplumbağa Dışlayıcı Aletler (Turtle Excluder Devices; TED) (Renaud vd., 1993; O'Boyle, 2001), seçicilik ızgaraları (Valdemarsen, 1996; Aydın vd., 2008) ve yatay ayırıcı panel kullanımıdır (Ferro vd., 2007) (Şekil 1). Yatay ayırıcı panel, *Melanogrammus aeglefinus*, *Merlangius merlangus*, *Pollachius virens* ve *Clupea harengus* balıkçılığında (Main ve Sangster, 1986; Galbraith ve Main 1989; Poulsen, 1994; Engas vd., 1998; Ferro vd., 2007), *Nephrops norvegicus* ile *Merlangius merlangus*ların ayırımında (Hillis 1989), *Triseptorus esmarkii* tür seçiciliğinde (Galbraith, 1983; Wileman, 1994), *Gadus morhua* ve yassı balıkların ayırımında (Stone ve Bublit (1995), balık ve omurgasızların ayırımında (Wardle, 1995), karides hedefli trollerde *Capros aper*, *Micromesistius poutassou* ve *Trachurus trachurus*'ün oranını düşürmek amacıyla (Campos ve Fonseca, 2004) kullanılmıştır.



Şekil 1. Dip trol ağlarında seçicilik çalışmalarında kullanılan yatay ayırıcı panel (Ferro vd., 2007)

Figure 1. Separator horizontal panel used in demersal trawl net panel (Ferro vd., 2007)

Türkiye'de balıkçılıkla ilgili boy, donam, yer ve zaman yasakları Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nün düzenlediği Denizlerde ve İç Sularda Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını düzenleyen tebliğ ile yapılmaktadır (Anonim, 2016). Dip trol ağlarına ilişkin yer ve zaman yasaklarının yanında, torbada kullanılan göz açıklığı sınırlamaları da getirilmiştir. Torba göz genişliği Karadeniz'de 40 mm'den (1 Eylül 2020'den sonra 44 mm) Ege ve Akdeniz de 44 mm'den küçük olamaz hükmü yer alıp, 40 mm kare gözlü torbanın 44 mm baklava gözlü ağına alternatifi olarak kullanılabileceği belirtilmektedir. Diğer taraftan çok sayıda türün bir arada yakalandığı demersal trol balıkçılığında boy seçiciliği açısından bir tür için uygun olan sonuç diğer türler için olumlu sonuçlar vermemektedir (Tosunoğlu vd., 2003). Bu nedenle, Türkiye demersal trol balıkçılığında tür seçiciliği çok önemlidir. Türkiye'de çok az sayıda tür seçiciliği çalışması olmasına karşın (Aydın, 1998; 2005; Aydın vd., 2011) yatay ayırıcı panel (separator panel) çalışması yoktur.

Bu çalışmada, yatay ayırıcı panelin etkinliğini ortaya koymak amacıyla, trol ağı ağız kısmından itibaren panel kullanarak yatay olarak bölünmüş alt ve üst torba oluşturulmuştur. Ayrıca, av kompozisyonunda en çok yakalanan ve farklı morfolojilere sahip barbunya (*Mullus barbatus*), ısparoz (*Diplodus annularis*) kırma mercan (*Pagellus erythrinus*) ve izmarit (*Spicara smaris*)'in trol ağının alt ve üst torbalardaki yakalanabilirliğinin tespiti amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma 29.04.2013 ile 08.05.2013 tarihleri arasında Gülbahçe Körfezinde yürütülmüştür (Şekil 2). Trol çekim süresi 45 dakika olarak standardize

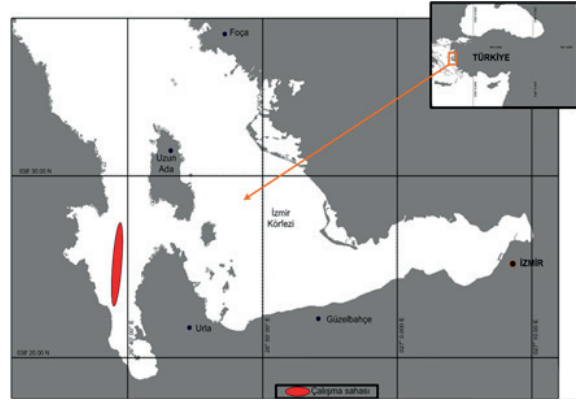
edilmiştir. Çekim hızı ortalama 3,0 mil/saat, ortalama derinlik ise 27 m'dir. Denemeler, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine' ne ait 27 m boy, 500 BG motor gücüne sahip "EGESÜF" araştırma gemisi ile yapılmıştır.

Örneklemler, ticari balıkçılar tarafından yaygın olarak kullanılan 900 göz büyüklüğündeki modifiye (kesimli) trol ağı ile gerçekleştirilmiştir. Trol ağı, trolün ağız kısmından itibaren yatay ayırıcı panel kullanarak alt ve üst bölüm olarak oluşturulmuştur. Alt ve üst bölümde yakalanan balıkların alıkonulmasında düğünsüz 20 mm göz açıklığında, poliamid malzemeden yapılmış torbalardan yararlanılmıştır. Torbalarda yakalanan balıkların üst üste gelip zarar görmemesi amacıyla alt torba 6 m, üst torba 5 m uzunluğunda yapılmıştır (Şekil 3).

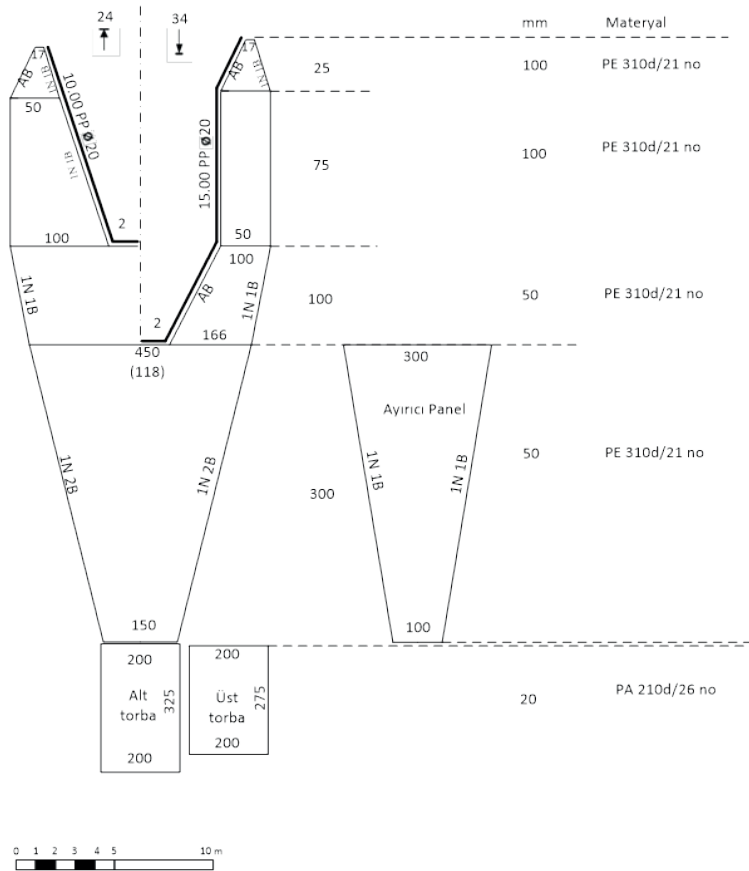
Her çekimden sonra yakalanan türler alt ve üst torba olarak ayrılmış, tür bazında sayı ve ağırlıkları alınmıştır. Barbunya (*Mullus barbatus*), Isparoz (*Diplodus annularis*), kırmızı mercan (*Pagellus erythrinus*) ve izmarit (*Spicara smaris*)'in alt ve üst torbadaki boy frekansları % ve oransal dağılımları hesaplanmıştır. Tüm türler 0,5 cm

hassasiyet ile total boy olarak PVC ölçüm tahtaları ile ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Alt ve üst torbada yakalanan türlerin ağırlık olarak miktarları arasında farklılık olup olmadığı t testi ile



Şekil 2. Denemelerin yürütüldüğü araştırma sahası
Figure 2. Study area



Şekil 3. Denemelerde kullanılan trol ağı
Figure 3. Trawl net used in experiments

sinanmıştır. Alt ve üst torbada yakalanan bireylerin boy grupları arasında farklılığın olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR

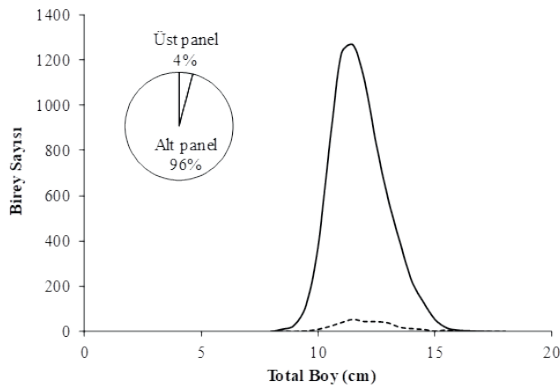
Çalışmada, toplam 21 geçerli çekimde 51 tür tespit edilmiştir. Alt panelde 46, üst panelde ise 29 farklı tür yakalanmıştır. Ağırlıkça, toplam 790,1 kg balığın %20'si üst panelde (159,1 kg) %80'i ise alt panelde (631 kg) yakalanmıştır (Tablo 1). Birey sayısı açısından toplam 37853 bireyin %12,9'u üst panelde (4872 birey), %87,1'i alt panelde (32981 birey) yakalanmıştır. Üst panelde yakalanan avın ağırlık olarak %51'ini isparoz, %22'sini izmarit, %8'ini kırmızı mercan, %4'ünü barbunya ve %15'ini diğer türler oluşturmuştur. Alt panelde ise bu oranlar; %39 isparoz, %32 barbunya, %3 kırmızı mercan, %2 izmarit ve %24 diğer türlerdir (Tablo 1). Alt ve üst torbada yakalanan türlerin ağırlıkları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (t test; $p < 0,05$).

Barbunyanın ağırlıkça %97'si alt, sadece %3'ü ise üst panelde yakalanmıştır. Alt torba ve üst torbada yakalanan barbunyanın ağırlıkları arasında fark anlamlı bulunmuştur (t test; $p < 0,05$). Birey sayısı olarak toplam 7533 bireyin %96'sı alt, %4'ü ise üst panelde yakalanmıştır (Şekil 4). Yakalanan barbunyanın 8-18 cm total boy grubundakilerden oluştuğu gözlenmiştir. Alt torbada yakalanan barbunyanın 8,0-18,0 cm, üst torbada yakalananların ise 9,5- 16,5 cm boy gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Alt torbada en çok 11,0'cm de birey yakalanırken, üst torbada 11,5 cm de yakalanmıştır (Şekil 4). Barbunyanın alt ve üst torbalarda yakalanan bireylerin boy grupları açısından fark anlamlı bulunmuştur (K-S test, $p < 0,05$).

Isparozların ağırlıkça %75'i alt panelde, % 25'i ise üst panelde yakalanmıştır. Alt torba ve üst torbada yakalanan isparozların ağırlıkları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur (t test; $p < 0,05$). Birey sayısı olarak toplam 15391 adet isparozun %87'si alt panelde, %13'ü üst panelde yakalanmıştır (Şekil 5). Alt panelde yakalanan

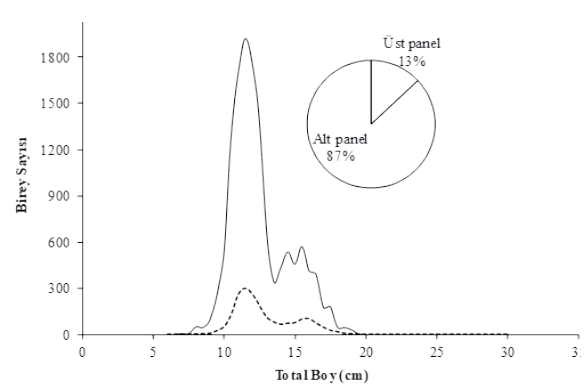
Tablo 1. Denemelerde yakalanan türlerin ağırlık ve birey sayısı olarak üst panel (ÜP) ve alt paneldeki (AP) dağılımları
Table 1. The distributions of the species caught in the upper (UP) and the lower panel (AP) in the experiments by weight and number of individuals

Tür	Ağırlık (kg)		Birey Sayısı (adet)	
	ÜP	AP	ÜP	AP
<i>Mullus barbatus</i>	6,4 (%4)	201,3 (%32)	312 (%6)	7216 (%22)
<i>Diplodus annularis</i>	80,4 (%51)	243,1 (%39)	2004 (%41)	12907 (%39)
<i>Spicara smaris</i>	34,9 (%22)	15,3 (%2)	1299 (%27)	588 (%2)
<i>Pagellus erythrinus</i>	12,7 (%8)	17,0 (%3)	289 (%6)	543 (%2)
Diğer	24,7 (%15)	154,2 (%24)	968 (%20)	11727 (%36)
Toplam	159,1	631	4872	32981



Şekil 4. Alt ve üst torbalardaki barbunyanın (Mullus barbatus) ve boy-frekans dağılımları (Düz çizgi: üst torba, kesikli çizgi: alt torba)

Figure 4. Red mullets (*Mullus barbatus*) in the upper and lower bags and lengths-frequency distribution (Straight line upper bag, dashed line lower bag)



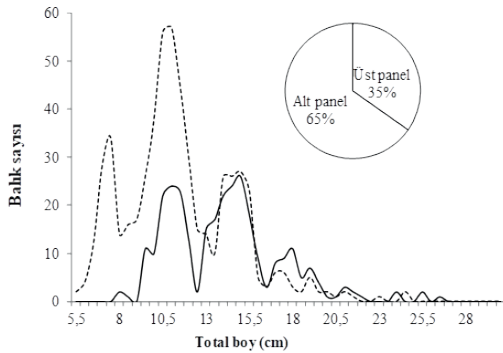
Şekil 5. Alt ve üst torbalardaki isparozların (Diplodus annularis) ve boy-frekans dağılımları (Düz çizgi: üst torba, kesikli çizgi: alt torba)

Figure 5. Annular sea bream (*Diplodus annularis*) in the upper and lower bags and lengths-frequency distribution (Straight line upper bag, dashed line lower bag)

isparozların 7-20 cm, üst torbada yakalananların ise 8,0- 19,0 cm boy gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Total boy gruplarına göre alt ve üst torbada dağılımın 10,5-12,5 cm de yoğunlaşmıştır. Alt ve üst torbalarda yakalanan bireylerin boy grupları açısından fark anlamlı bulunmuştur (K-S test, $p < 0.05$).

Ağırlıkça kırma mercanların %57'si alt panelde, % 43'ü ise üst panelde yakalanmıştır (Şekil 6). Alt torba ve üst torbada yakalanan k. mercanların ağırlıkları arasında fark bulunamamıştır (t test; $p > 0.05$). Toplam yakalanan 860 adet k. mercanın % 65'i alt panelde, %35'i üst panelde yakalanmıştır. Yakalanan k. mercanların 5,5-26,5 cm total boy grubunda olduğu gözlemlenmiştir. Alt torbada yakalanan k. mercanların 5,5-24,5 cm, üst torbada yakalananların ise 8,0- 26,5 cm boy gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Alt torbadaki bireylerin 7-15 cm yoğunlaştığı, en çok ise 10,5-11 cm yakalandığı, üst torbadaki bireylerin 9,5-15,5 cm yoğunlaştığı en çok ise 11,0-11,5 cm'de yakalandığı tespit edilmiştir. Alt ve üst torbalarda yakalanan bireylerin boy grupları açısından fark anlamlı bulunmuştur (K-S test, $p < 0.05$).

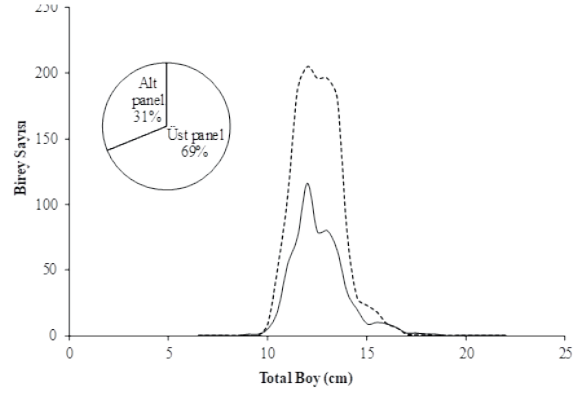
Denemelerde üst torbada en çok yakalanan tür



Şekil 6. Alt ve üst torbalardaki kırma mercan (*Pagellus erythrinus*) ve boy-frekans dağılımları (Düz çizgi: üst torba, kesikli çizgi: alt torba)

Figure 6. Common pandora (*Pagellus erythrinus*) in the upper and lower bags and lengths-frequency distribution (Straight line upper bag, dashed line lower bag)

izmarit olmuştur. Ağırlıkça izmaritlerin %31'u alt torbada, % 69'u ise üst torbada yakalanmıştır (Şekil 7). Alt torba ve üst torbada yakalanan izmaritlerin ağırlıkları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Birey sayısı olarak toplam 1887 adet izmaritin % 31'i alt panelde, %69'u ise üst panelde yakalanmıştır. İzmaritlerin 9,0-18,5 cm total boy grubundakilerden oluştuğu gözlenmiştir. Alt torbada yakalanan izmaritlerin 9,0-18,5 cm, üst torbada yakalananların ise 10,0-18,0 cm boy gruplarında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Alt ve üst torbalardaki izmaritler (*Spicara maena*) ve boy-frekans dağılımları (Düz çizgi: üst torba, kesikli çizgi: alt torba)

Figure 7. Blotched picarel (*Spicara maena*) in the upper and lower bags and lengths-frequency distribution (Straight line upper bag, dashed line lower bag)

Total boy gruplarına göre alt torbada genellikle 11,0-13,5 cm yoğunlaştığı en çok ise 12 cm de yakalandığı, üst torbada dağılımın 11,5-13,5 cm yoğunlaştığı en çok ise 12,5-13,0 cm'de yakalandığı tespit edilmiştir. Alt ve üst torbalarda yakalanan bireylerin boy grupları açısından fark anlamlı bulunmuştur (K-S test, $p < 0.05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Gerek Akdeniz gerekse Türkiye'de çok sayıda seçicilik çalışması olmasına rağmen yatay ayırıcı panellerle ilgili herhangi bir araştırma yoktur. Bu çalışmada demersal trol ağlarında yatay ayırıcı panelin etkinliği Türkiye'de ilk defa araştırılmıştır. Türlerin alt panelde üst panele göre ağırlık olarak 4 kat daha fazla yakalandığı tespit edilmiştir. Ekonomik değeri yüksek ve farklı morfolojilere sahip barbunya, isparoz ve k. mercan alt torbada daha fazla oranda yakalanırken, izmarit ise üst torbada daha fazla yakalanmıştır. Tür odaklı yapılan balıkçılıkta 70 mm ağ göz genişliğindeki yatay ayırıcı panele sahip trol ağlarında %99 oranında *Nephrops norvegicus* alt torbada, %90 üzerindeki *Melanogrammus aeglefinus* ve *Merlangius merlangus* ise üst torbada yakalanmıştır (Engas vd., 1998). Bailey vd. (1983). 150-170 m derinlikte kurşun yakanın 1,5 m yukarısına koyduğu yatay ayırıcı panellerle yaptığı çalışmada ise *Pandalis borealis*'in %72 oranında alt torbada, %59 oranında *Trisopterus esmarkii* ise üst torbada yakalanmıştır (Hillis, 1989). *Nephrops norvegicus* ile *Merlangius merlangus*'u ayırmak için yapılan denemelerde, %97 oranında *Nephrops norvegicus* alt torbada yakalanırken, *Merlangius merlangus*'ların oranı ve sadece %9'dur. Poulsen, (1994) yatay ayırıcı panel kullanarak yaptığı çalışmada %53 oranında *Merlangius merlangus*'in üst panelde yakalandığı üst

panelde ayrıca sadece %19 oranında *Melanogrammus aeglefinus* yakalandığını bildirmiştir. Türkiye’de yatay ayırıcı panel denemeleri olmamasına rağmen Aydın ve Aydın (2008) geleneksel dip trol ağı torbasının alt ve üst bölümlerinde yakalanan türlerin tespiti isimli çalışmada 60 ve 90 cm çapında çember kullanarak ağın sadece torba kısmı horizontal (yatay) olarak ikiye ayrılmıştır. Tür bazında yapılan değerlendirmede isparoz (*Diplodus annularis*) ve barbunya (*Mullus barbatus*) üst torbalarda 60 cm’lik sistemde sırası ile % 43,5 ve % 60,1, 90 cm’lik sistemde % 37,2 ve % 72,1 oranında yakalandığı tespit etmiştir.

Yatay ayırıcı panel kullanımında önemli konulardan bir tanesi yatay ayırıcı panelin kurşun yakadan olan yüksekliğidir. Main ve Galbraith (1990) yaptıkları çalışmada yatay ayırıcı panelin en az 75 cm yukarıda donatılması gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada, yatay ayırıcı panel, üst ve alt panelin birleştiği yerden trol ağını 2 eşit parçaya ayrılmıştır. Tosunoğlu vd. (2002) Türkiye’de kullanılan geleneksel ağların 110 cm, kesimli ağların ise 230 cm dikey yüksekliğe sahip olduğunu bildirilmiştir. Yine de kesin sonuçlara ulaşmak için, sensör, derinlik ölçer vb., cihazlarla hem yatay ayırıcı panelin dipten yüksekliği hem de mantar yakadan yükseklikleri ölçülmelidir.

Trol balıkçılığında yatay ayırıcı panel kullanımının avantajları bazı çalışmalarda ortaya konmuştur. Bunların başında, kota aşımı engellenmesi, güverte üstü işçiliğin azaltılması ve sadece hedef türler yakalanarak diğer

istenmeyen ve küçük bireylerin tasfiye edilebilmesi ve balık kalitesinin artması gelmektedir. Tek dezavantaj olarak sistemin kullanım zorluğunun olduğu bildirilmektedir (Main ve Sangster, 1985a,b; Main ve Galbraith, 1990; Campos ve Fonseca, 2004).

Yatay ayırıcı panelin kullanılmasıyla trol direncini yaklaşık %10 olarak arttırdığı bunun yakıt tüketimine etkisinin ihmal edilebilir olduğu diğer taraftan trolün yüksekliğine etki etmediği ortaya konmuştur (Wileman, 1994). Bu çalışmada denemeler 45 dakika ile sınırlandırılmış olup sadece yatay ayırıcı panelin etkinliği araştırıldığından yakıt tüketimine ilişkin herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

Türkiye demersal trol balıkçılığı gibi çok sayıda türün bir arada yakalandığı trol balıkçılığında balık davranışlarının ortaya konarak ağ gözü düzenlemeleri (kare gözlü ağ kullanımı, çevre göz sayısı düşürülmüş torba kullanımı) ile beraber ızgara ve ayırıcı paneller gibi çoklu sistemlerin bir arada kullanılmasının tür ve boy seçiciliği açısından daha etkin sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü (2012/SÜF/024) tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı proje koordinatörlüğe ve EGEÜF personeli başta olmak üzere emeği geçen herkese teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Anonim. (2016). Notification 4/1 Regulating Commercial Fishing (in Turkish). Republic of Turkey, Minister of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Conservation and Inspection, Ankara, 68 pp
- Aydın, C. (1998). Trol Balıkçılığında Seçiciliğin Tür Bazında Geliştirilmesi, Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD, Bornova-İzmir. 69s.
- Aydın, C. (2004). Trol balıkçılığında hedef dışı ve istenmeyen türlerin tasfiyesinde ızgara sistemlerinin uygulanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Avlama ve İşleme Teknolojisi ABD, Bornova-İzmir. 181s.
- Aydın, C., Tosunoğlu, Z. & Tokaç, A. (2008). Sorting grid trials to improve size selectivity of red mullet (*Mullus barbatus*) and annular sea bream (*Diplodus annularis*) in Turkish bottom trawl fishery. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 306-310. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2007.01052.x
- Aydın, C. & Aydın, İ. (2008). Determed fish species caught lower and upper part of traditional trawl codend (In Turkish). *Journal of FisheriesSciences.com*, 2, 367-374. DOI: 10.3153/jfsc.com.mug.200725
- Aydın, C., Tokaç, A., Aydın, İ., Erdoğan, U. & Maktay, B. (2011). Species selectivity in the Eastern Mediterranean demersal trawl fishery using grids to reduce non-target species, *Journal of Applied Ichthyology*, 27, 61-66. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2010.01605.x
- Bailey, R.S., Galbraith, R.D., Hutcheon, J.R. & Walsh, M. (1983). Experimental fishing for Norway pout using a horizontally-divided trawl. ICES CM 1983/G:60.
- Campos, A. & Fonseca, P. (2004). The use of separator panels and square mesh windows for by-catch reduction in the crustacean trawl fishery off the Algarve (South Portugal). *Fisheries Research*, 69, 147-156. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.05.009.
- Conolly, P.C. (1992). Bycatch activities in Brazil. *Brazilian National Environment Institute, Southern Fisheries Research Centre, IBAMA*, 43p.
- Engas, A., Jørgensen, T. & West, C. W. (1998). A species-selective trawl for demersal gadoid fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 55, 835-845. DOI:10.1006/jmsc.1998.0352
- Ferro, R. S. T., Jones, E. G., Kynoch, R. J., Fryer, R. J. & Buckett, B-E. (2007). Separating species using a horizontal panel in the Scottish North Sea whitefish trawl fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 1543-1550. DOI:10.1093/icesjms/fsm099

- Galbraith, R.D. & Main, J. (1989). Separator panels for dual purpose fish/prawn trawls. *Scottish Fisheries Information Pamphlet Number 16 1989 ISSN 0309 9105*, Department of Agriculture and Fisheries for Scotland.
- Galbraith, R.D. (1983). Further Investigation into Species Separation Using Multi level bottom, trawls. *Department of Agriculture and Fisheries for Scotland Marine Laboratory. Working Paper No. 4/83*.
- Hall, M. A., Alverson, D.L. & Metuzals, K.I. (2000). Bycatch: Problems and Solutions. *Marine Pollution Bulletin*, 41(1-6), 204-219.
- Hannah, R., W. & Jones, S.A. (2000). Bycatch reduction in an ocean shrimp trawl from a simple modification to the trawl footrope. *Journal of the Northwest Atlantic Fishery Science*, 27, 227-233. DOI: [10.2960/J.v27.a19](https://doi.org/10.2960/J.v27.a19)
- Hillis J.P. (1989). Further separator trawls experiment on Nephrops and whiting. ICES CM 1989/B:46 Ref.K, Sess.P.
- Isaksen, B. & Valdemarsen J.W. (1986). Selectivity experiments with square mesh codends in bottom trawl, ICES CM B, 28, 18p.
- Karlsen, L. & Larsen, R. (1988). Progress in the Selective Shrimp Trawl Development in Norway. (Eds). In: *Proceedings of the World Symposium on Fishing Gear and Fishing Vessel Design*, November 1988. Marine Institute, St. John's Newfoundland, Canada.
- Main, J. & Galbraith, R.D. (1990). A review of research into species separation with particular reference to Norway pouts (*Trisopterus esmarkii*). *Scottish Fisheries Working Paper*, No 14/90.
- Main, J. & Sangster, G. I. (1985a). Trawling experiments with a two level net to minimise the undersized gadoid by-catch in a Nephrops fishery. *Fisheries Research*, 3, 131-145.
- Main, J. & Sangster, G.I. (1985b). Recent studies in species separation with a two level trawl in three different fisheries. ICES CM 1985/B:14 9pp.
- Main, J. & Sangster, G.I. (1986). Are separator trawls effective? Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, *Scottish Fisheries Bulletins*, 49, 3-6.
- O'Boyle, R. (2001). Meeting on Turtle By-catch in Canadian Atlantic Fisheries, Hayes Boardroom, BIO, Canadian Science Advisory Secreteriat, Preceeding Series, 17, 32 p.
- Petrakis, G. & Stergiou, K.I. (1997). Size selectivity of diamond and square mesh codends for four commercial Mediterranean fish species, *ICES Journal of Marine Science*, 54, 13-23. DOI: [10.1006/jmsc.1996.0172](https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0172)
- Poulsen, T.M. (1994). Development of species selective whiting trawls. ICES CM 1994, B22 Ref.G.
- Reeves, S.A., Armstrong, D.W., Fryer, R.J. & Coull, K.A. (1992). The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. *ICES Journal of Marine Science*, 49, 279-288. DOI: [10.1093/icesjms/49.3.279](https://doi.org/10.1093/icesjms/49.3.279)
- Renaud, M., Gitschlaq, G., Klima, E., Shah, A., Koi, D. & Nance, J. (1993). Loss of Shrimp by turtle excluder devices(TEDs) in coastal waters of the United States, North Carolina to Texas. *Fishery Bulletin*, 91, 129-137.
- Robertson, J.H.B. & Ferro, R.S.T. (1988). Mesh selection within the cod-end of trawls. The effects of narrowing the cod-end and shortening the extension. *Scottish Fisheries Research*, Report No 39.
- Stergiou, K.I., Petrakis, G. & Politou, C.Y. (1997). Size selectivity of diamond and square mesh cod-ends for *Nephrops norvegicus* in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 29, 203-209. DOI: [10.1016/S0165-7836\(96\)00542-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00542-5)
- Stewart, P.A.M. (2002). A review of studies of fishing gear selectivity in the Mediterranean. FAO COPEMED, 57 pp.
- Stone, M. & Bublit, C.G. (1995). Cod trawl separator panel: potential for reducing halibut bycatch. Solving Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow, *Alaska Sea Grant College Program*, Report No:96-03, University of Alaska Fairbanks. 71-78 pp.
- Thomsen, B., 1993. Selective flatfish trawling. *ICES Marine Science Symposia*, 196, 161-164.
- Tosunoğlu, Z., Kaykaç, M.H. & Düzbastılar, F.O. (2002). Underwater observations and performance measurements of full-scale conventional and tailored demersal trawl nets (in Turkish). *E.U. Faculty of Fisheries, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19, 209-219.
- Tosunoğlu, Z., Özbilgin, Y. D. & Özbilgin, H. (2003). Body shape and trawl codend selectivity for nine commercial fish species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83, 1309-1313. DOI: [10.1017/S0025315403008737](https://doi.org/10.1017/S0025315403008737)
- Valdemarsen, J.W. (1986). Radial escape section (RES) as sorting device in a shrimp trawl. FAO Expert Consultation, Mazatlan, Mexico, November, 24-28, 1986.
- Valdemarsen, J.W. (1996). A Review of Norwegian Research with Grid Sorting Devices in Towed Fishing Gears. *ICES Study Group On Grid (Grate) Sorting Systems in Trawls*, Beam Trawl and Seine Nets. Woods Hole, Massachusetts, USA, 61p.
- Wardle, C.S. (1995). A review of fish behaviour in relation to species separation and selectivity in mixed fisheries. ICES, CM 1995/B+G+H+J+K:3, Joint Session on Improving Selectivity in Mixed Species Fisheries.
- Watson, J.W., Workman, I.K., Foster, D., Taylor, C., Shah, A., Barbour, J. & Hataway, D. (1993). *Status Report on the Development of Gear Modifications to Reduce Finfish By-Catch in Shrimp Trawls in The Southeastern United States, 1990-1992*, NMFS, Pascagula, MS, 130p.
- Wileman, D.A. (1994). Attempts to develop a species selective trawl for fishing pout. ICES C.M 1994.B:10 Ref.G.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Comparison of length-weight relationships for whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) caught from three different areas of the south-eastern Black Sea

Güney-doğu Karadeniz'in üç farklı kıyısından yakalanan mezgıt balıklarının, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) boy-ağırlık ilişkilerinin karşılaştırılması

İsmet Balık^{1*} • Meryem Öztaş²

¹ Akdeniz University, Kemer Maritime Faculty, Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüsü, Antalya, Turkey  <https://orcid.org/0000-0003-2168-8572>

² Istanbul University, Institute of Science, Department of Marine Biology, 34134, Istanbul, Turkey  <https://orcid.org/0000-0002-5604-6003>

*Corresponding author: ibalik@hotmail.com

Received date: 07.09.2018

Accepted date: 19.12.2018

How to cite this paper:

Balık, İ. & Öztaş, M. (2019). Comparison of length-weight relationships for whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) caught from three different areas of the south-eastern Black Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 57-63. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.07

Abstract : The purpose of this study was to compare Length-Weight Relationships (LWRs) of whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) caught from three different areas (Medreseonu and Persembe coastal waters of Ordu province and Piraziz coastal waters of Giresun province, Turkey) of the south-eastern Black Sea. During a year in 2010, whiting specimens were collected monthly by similar mesh-sized experimental gillnets from each sampling areas. Total length (TL) and weight (W) of each fish specimens were measured. LWRs were calculated using length and weight values for males, females and combined sexes. Then, the calculated b values of the whiting caught from the sampling areas were compared. The parameter b values of the LWRs were calculated as 2.7429, 2.9097 and 2.8600 for Medreseonu, Persembe and Piraziz coastal waters, respectively. These b values of the LWRs showed that whiting grows negative allometric in all of the sampling areas. According to the sex groups, only the female individuals captured from of Persembe coast showed isometric growth, while both the male and female individuals captured from the Medreseonu and Piraziz coastal waters and the male individuals caught from Persembe coast showed negative allometric growth.

Keywords: Black Sea, whiting, *Merlangius merlangus*, length-weight relationship

Öz: Bu çalışmanın amacı, güney-doğu Karadeniz'deki üç farklı alandan (Ordu ilinin Medreseönu ve Persembe kıyıları ile Giresun ilinin Piraziz kıyısı) yakalanan *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758)'ün Boy-Ağırlık ilişkilerini (BAİ) karşılaştırmaktır. Bir yıl boyunca 2010 yılında aylık olarak benzer özellikteki uzatma ağırları ile üç örnekleme sahasından mezgıt örnekleri toplanmıştır. Her bir örneğin total boyu (TL) ve ağırlığı (W) ölçülmüştür. Boy ve ağırlık değerleri kullanılarak erkek, dişi ve örneklerin tamamı için boy-ağırlık ilişkileri hesaplanmıştır. Daha sonra, araştırma sahaslarından avlanan mezgıt balıkları için hesaplanan b değerleri karşılaştırılmıştır. Medreseonu, Persembe ve Piraziz kıyılarından yakalanan örnekler için b değeri sırasıyla 2.7429, 2.9097 ve 2.8600 hesaplanmıştır. BAİ'lerinin b değerleri, mezgıt balıklarının örnekleme sahaslarının tamamında negatif allometrik büyüdüklerini göstermiştir. Eşeylere göre ise, sadece Persembe kıyılarından yakalanan dişi mezgıtların izometrik büyüme gösterdikleri, Medreseonu ve Piraziz kıyılarından yakalanan hem erkek hem de dişi bireyler ile Persembe kıyılarından yakalanan erkek bireylerin negatif allometrik büyüme gösterdikleri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz, mezgıt, *Merlangius merlangus*, boy-ağırlık ilişkisi

INTRODUCTION

Organisms generally increase in size (length, weight) during development. The key factors that influence the growth of fish are the quantity of food available, the number of fish utilizing same food source, temperature, oxygen, and other water quality factors besides the size, age and sexual maturity of the fish. Every animal in its life exhibit growth both in length and in weight and the relationship between these two has both applied and basic importance (Kuriakose, 2017).

Studies of the Length-Weight Relationship (LWR) of fishes were performed since the late 19th century, and are an important tool to describe several biological aspects (Le Cren, 1951; Froese, 2006). The LWR allows to 1) estimate fish weight based on length and vice versa, 2) analyze the growth pattern by the allometric coefficient of the analyzed species, and 3) obtain the body conditions of the sampled fish specimens (i.e. fat storage or gonadal development etc.) (Froese, 2006). Additionally, the knowledge from LWR is essential to assess fish stocks, fisheries, and environmental monitoring programs (Froese et al., 2011; Giarrizzo et al., 2015). According to Freitas et al. (2014), the LWR studies become relevant due to the need to comprehend the fish lifecycle, principally regions where fisheries represent one of the most important economic activities and fish stocks are the main food source for many traditional communities (Freitas et al., 2017).

Fish can attain either isometric growth, negative allometric growth or positive allometric growth. Isometric growth is associated with no change of body shape as an organism grows. Negative allometric growth implies the fish becomes more slender as it increases in weight while positive allometric growth implies the fish becomes relatively stouter or deeper-bodied as it increases in length (Riedel et al., 2007).

The growth pattern (b) within the same species can be changeable, depending on the season, food availability, population, sex, environmental conditions or physiology (Freitas et al., 2017). Fisheries management and research often require the use of biometric relationships in order to transform data collected in the field into appropriate indices (Ecoutin and Albaret, 2003). LWR of fishes is important in fisheries and fish biology because they allow the estimation of the average weight of the fish of a given length group by establishing a mathematical relation between them (Sarkar et al., 2008; Mir et al., 2012). Like any other morphometric characters, the LWR can be used as a character for the differentiation of taxonomic units and the relationship changes with the various

developmental events in life such as metamorphosis, growth, and onset of maturity (Thomas et al., 2003). Besides this, LWR can also be used in setting yield equations for estimating the number of fish landed and comparing the population in space and time (Singh et al., 2011). LWR parameters (a and b) are useful in fisheries science in many ways, to estimate weight of individual fish from its length, to calculate condition indices, to compare life history and morphology of populations belonging to different regions (Sani et al., 2010) and to study ontogenetic allometric changes (Teixeira de Mello et al., 2006). LWRs can be used to predict weight from length measurements made in the yield assessment (Pauly, 1993).

The whiting is distributed from Norway and Iceland to the Mediterranean and into the Adriatic, the Aegean, the Azov and the Black Seas (Svetovidov, 1986). In Turkey, annual catch amount of the whiting from 2010 to 2016 ranged between 7 and 13.5 thousand tons (TUIK, 2018). Most of this catch (between 6.3 and 12.6 thousand tons) was obtained from the Black Sea. In this study, the LWRs of the whiting caught from the Medreseonu, Persembe coasts of Ordu Province and the Piraziz coast of Giresun were compared. In the Persembe coast, there are a large number of the net cage for aquaculture. According to some fishermen, around of the net cages is very rich for the feeding of whiting. Because, this region constitutes important feeding grounds for whiting. Hence, the LWR may differ from other regions. The LWR equations of male, female and combined sexes for the whiting obtained from three different areas of the south-eastern Black Sea were separately determined and compared each other.

MATERIAL AND METHODS

This study was carried out in Persembe and Medreseonu coastal waters of Ordu province and Piraziz coastal waters of Giresun province of the southern-eastern Black Sea from January to December 2010 (Figure 1). Samples were collected from commercial fishermen who have used 32-36 mm mesh-sized gillnets throughout sampling period in three sampling areas. The nets were made of monofilament twine, and they had been rigged with a hanging coefficient of 0.5. The length of each gill net was 100 m. Twine diameter size of all nets was 0.18 mm. All nets were set and hauled at the sampling areas 2 hours before the sunset and 2 hours before the sunrise. The catches of whiting were removed from the nets and then the total length (TL) and the total body weight (W) of whiting samples were measured.

The length and weight-frequency distributions of the sexes were compared with the Kolmogorov-

Smirnov test. Differences among sampling areas in terms of the mean length and weight were tested by Kruskal-Wallis test. Mann-Whitney U test was used for pairwise comparisons. All the statistical analyses were considered at significance level of 5%. The Statistical Package SPSS was used to analysis data.

The length-weight relationships were estimated from the formula (Le Cren, 1951), $W=a*TL^b$ Where: W is total body weight (g), TL is the total length (cm), a and b are coefficients of the functional regression between W and TL . Student's t-test was used to confirm whether b values obtained in the linear regressions were significantly different from the isometric value ($b = 1$ in case of length-length relationships or $b = 3$ in case of length weight relationships) (Sokal and Rohlf, 1987).



Figure 1. Black Sea and sampling areas

RESULTS

During the study, a total of 480 specimens of the whiting collected from each area and their LWRs were estimated. The total length of fish specimens ranged from 11.8 to 21.9 cm for Medreseonu, from 11.8 to 21.4 cm for Persembe and from 11.2 to 22.1 cm for Piraziz (Figure 2). The length distribution of male and female individuals sampled from Medreseonu and Piraziz coastal waters were statistically different (Kolmogorov-Smirnov test, $P < 0.05$), but not different (Kolmogorov-Smirnov test, $P > 0.05$) for individuals sampled from Persembe coastal waters. Differences of the mean lengths of male individuals caught from sampling areas were not statistically significant (Kruskal-Wallis test, $P > 0.05$), while the mean length of female individuals sampled from Medreseonu coast was statistically different from Persembe coast (Mann-Whitney U test, $P < 0.05$).

The weight of fish specimens ranged from 11.1 to

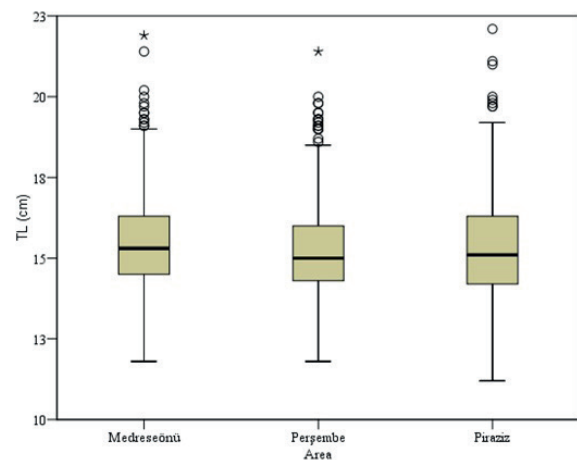


Figure 2. Median, quadrature, minimum and maximum values of total length for the whiting from Medreseonu, Persembe and Piraziz

78 g for Medreseonu, from 11.1 to 69.1 g for Persembe and from 9.7 to 76.5 g for Piraziz (Figure 3). The weight distributions of male and female individuals were also different in three sampling areas (Kolmogorov-Smirnov test, $P < 0.05$). In terms of the mean weight, no difference was found among sampling areas (Kruskal-Wallis test, $P > 0.05$). On the other hand, the mean weight of female individuals sampled from Medreseonu were statistically different (Mann-Whitney U test, $P < 0.05$) from Persembe and Piraziz.

Mean lengths for combined sexes were 15.5 ± 1.507 , 13.3 ± 1.436 and 15.3 ± 1.657 cm, while the mean weights were 28.3 ± 8.687 , 27.0 ± 8.594 and 27.2 ± 9.223 g for the Medreseonu, Persembe and Piraziz coasts, respectively. In general, average length

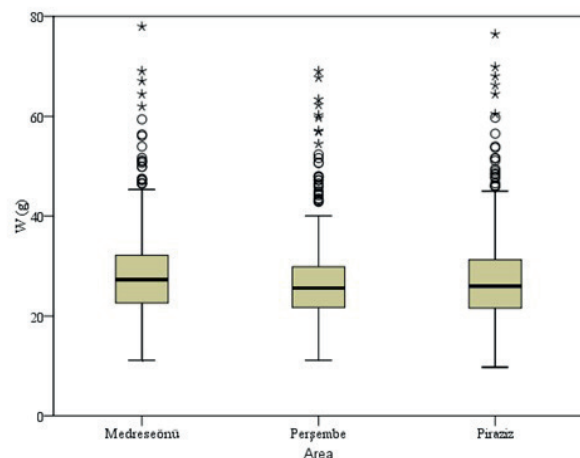


Figure 3. Median, quadrature, minimum and maximum values of weight for the whiting from Medreseonu, Persembe and Piraziz

and weight of female individuals were found to be higher than those of male individuals in all sampling areas. The mean values of the total length and weight, the regression coefficients obtained from LWRs and growth type of the whiting were presented in Table 1 for three different areas. According to the 95% confidence intervals of b , female individuals caught from Persembe show isometric growth ($b = 3$). The type of growth for males and combined sexes caught from Persembe and for males, females and combined sexes caught from the Medreseonu and Piraziz coasts were negative allometric ($P < 0.05$).

Mean length and weight of the male individuals caught from Medreseonu were greater than those of Persembe and Piraziz. The LWRs were calculated as $W = 0.0188 \cdot TL^{2.6572}$ for male specimens caught from Medreseonu, $W = 0.0122 \cdot TL^{2.8093}$ for male specimens caught from Persembe and $W = 0.0107 \cdot TL^{2.8576}$ for male specimens caught from Piraziz. The b value for male individuals collected from Piraziz was the greatest. This was followed by Persembe and Medreseonu areas, respectively. However, it was determined that male individuals grow negative allometric in all three areas.

Female individuals caught from Medreseonu had greater mean total length and body weight than those caught of other areas. The LWR of females were as $W = 0.0128 \cdot TL^{2.7988}$ in the Medreseonu, $W = 0.0084 \cdot TL^{2.9568}$ in the Persembe and $W = 0.0112 \cdot TL^{2.8474}$ in the Piraziz. The b value of females caught from Persembe was the greatest. While female individuals show isometric growth in the Persembe area, negative allometric growth in the other areas.

Mean length and weight of the whiting specimens for combined sexes were greatest in the Medreseonu. This area was followed by the Piraziz and Persembe areas, respectively. The LWR of combined sexes caught

from the Medreseonu, Persembe and Piraziz areas were found as $W = 0.0149 \cdot TL^{2.7429}$, $W = 0.0094 \cdot TL^{2.9097}$ and $W = 0.0107 \cdot TL^{2.86}$, respectively. The b value of combined sexes in Persembe was greater than those of the other areas. However, combined sexes have negative allometric growth in all of the fishing areas.

DISCUSSION

The LWR in fishes can be affected by a number of factors including season, habitat, gonad maturity, sex, diet, and stomach fullness, health and preservation techniques, and differences in the length ranges of the specimens caught (Pauly, 1984). The exact relationship between length and weight differs among species of fish according to their inherited body shape, and within a species according to the condition (robustness) of individual fish. LWR provides information on growth patterns and growth of animals. During their development, fish are known to pass through stages in their life history which are defined by different LWRs (Yousuf and Khurshid, 2008).

In terms of the mean weight of the male individuals caught from sampling areas, while there was no difference among sampling areas, the mean weight of the female individuals caught from Medreseonu was different those of Persembe and Piraziz. There may be many reasons for this. However, probably the most important reason is that the rate of the individual in reproductive size is higher in the Medreseonu than in the other sampling areas.

Parameter b value which varies according to species, age, and sex, shows the shape of the fish. A comparison between the b values determined for

Table 1. Mean total lengths and weights of male, female and combined sexes collected by three different areas of the south-eastern Black Sea, a and b values of LWRs, confidence intervals of b and growth types

	Sex	N	TL(cm)	W (g)	a	b	95% CI of b	Growth type	R ²
Med.	M	224	15.3±1.414	26.8±8.053	0.0188	2.6572	2.555-2.760	-A	0.8106
	F	256	15.8±1.549	29.6±9.026	0.0128	2.7988	2.704-2.894	-A	0.8785
	All	480	15.5±1.507	28.3±8.687	0.0149	2.7429	2.675-2.811	-A	0.8529
Pers.	M	203	15.2±1.457	26.3±8.429	0.0122	2.8093	2.71-2.910	-A	0.7913
	F	273	15.3±1.411	27.6±8.662	0.0084	2.9568	2.871-3.043	I	0.8648
	All	480	13.3±1.436	27.0±8.594	0.0094	2.9097	2.848-2.972	-A	0.8383
Piraziz	M	210	15.0±1.691	25.7±8.968	0.0107	2.8576	2.753-2.961	-A	0.9167
	F	270	15.5±1.601	28.3±9.279	0.0112	2.8474	2.756-2.941	-A	0.9273
	All	480	15.3±1.657	27.2±9.223	0.0107	2.8600	2.794-2.926	-A	0.9239

M: Male, F: Female, All: Total of male, female and juvenile, I: Isometric, -A: Negative allometry, +A: Positive allometry, GT: Growth type, a and b : Regression constants.

different populations of the same fish species can be used to determine whether there is a change in the general shape of the individual. In this study, except for the female individuals sampled from the Persembe area, the value of b was smaller than 3. The value of $b < 3$ shows negative allometric growth, $b = 0$ shows isometric growth and $b > 3$ shows positive allometric growth (Morey et al. 2003). According to Pervin and Mortuza (2008), b values may range from 2.5 to 4.0 suggesting. Consistent with this range, the results of our study indicated that the whiting in the south-eastern Black Sea had negative allometric growth. While the female individuals caught from Persembe area showed isometric growth, the male individuals caught from Persembe, and the male and female individuals caught from Medreseonu and Piraziz areas showed negative allometric growth. Except for Duzgunes and Karacam (1990), Demirel and Dalkara (2012), Saglam and Saglam (2012), Ozdemir and Duyar (2013), Samsun and Akyol (2017), and Ozdemir et al. (2018), the value of b was found to be greater than 3 in all of the studies given in Table 2. In terms of growth type, the results obtained in this study are similar to those reported by Duzgunes and Karacam (1990), Ozdemir and Duyar (2013), Demirel and Dalkara (2012) and Samsun and Akyol (2017). However, the results of our research are

different from the other results given in Table 2.

Fish can attain either isometric growth, negative allometric growth or positive allometric growth. Isometric growth is associated with no change of body shape as an organism grows. Negative allometric growth implies the fish becomes more slender as it increases in weight while positive allometric growth implies the fish becomes relatively stouter or deeper bodied as it increases in length (Riedel et al., 2007). The value of b greater than three indicates that the fish become plump as they increase in length and b value smaller than 3 shows that the fish gets slimmer with increasing length (Jobling, 2002). There are many factors affecting the value of b throughout the fish life. Several important factors such as gonad development and the availability of food in their natural habitats can greatly affect the b value (Rosli and Isa, 2012). In recent years, the population of whiting in the south-eastern Black Sea is mostly composed of small individuals, due to overfishing pressure. Therefore, growth was found to be negative allometric.

ACKNOWLEDGEMENT

This study is a part of the MSc thesis of Meryem Öztaş supervised by İsmet Balık.

Table 2. Total length-weight relationship values for the whiting from different locations

Researchers	Region	a	b	Growth type
Duzgunes and Karacam, 1990	Middle Black Sea	0.2721	2.5730	- Allometric
Samsun, 1995	Middle Black Sea	0.0045	3.1870	+ Allometric
Ciloglu, 1997	East Black Sea		3.2440	+ Allometric
Samsun and Erkoyuncu, 1998	Middle Black Sea	0.0039	3.2384	+ Allometric
Genc et al., 1998	East Black Sea	0.0052	3.1420	+ Allometric
Ciloglu et al., 2001	East Black Sea	0.0037	3.2590	+ Allometric
Genc et al., 2002	East Black Sea	0.0058	3.0767	+ Allometric
İsmen, 2002	East Black Sea	0.0042	3.2400	+ Allometric
Atasoy et al., 2006	Marmara Sea	0.0050	3.1400	+ Allometric
Kalaycı et al., 2007	Middle Black Sea	0.0067	3.0248	+ Allometric
Ak et al., 2009a	East Black Sea	0.0040	3.1690	+ Allometric
Ak et al., 2009b	East Black Sea	0.0037	3.2663	+ Allometric
Samsun, 2010	Middle Black Sea	0.0043	3.2016	+ Allometric
Demirel and Dalkara, 2012	Marmara Sea	0.0120	2.8360	- Allometric
Saglam and Saglam, 2012	East Black Sea	0.0064	3.0441	İzometric
Ozdemir and Duyar, 2013	Middle Black Sea	0.0104	2.8555	- Allometric
Yesilcicek et al., 2015	East Black Sea	0.0046	3.1950	+ Allometric
Yıldız and Karakulak, 2017	West Black Sea	0.0040	3.2533	+ Allometric
Samsun and Akyol, 2017	Middle Black Sea	0.0113	2.8660	- Allometric
Ozdemir et al., 2018	Middle Black Sea	0.0068	3.0202	İzometric
	Medreseonu	0.0149	2.7429	- Allometric
This study	Persembe	0.0094	2.9097	- Allometric
	Piraziz	0.0107	2.8600	- Allometric

REFERENCES

- Ak, O., Kutlu, S. & Aydın, İ. (2009a). Length-weight relationship for 16 fish species from the eastern Black Sea, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9, 125-126.
- Ak, O., Kutlu, S., Genc, Y. & Haliloglu, H. İ. (2009b). Length frequency, length-weight relationship and sex ratio of the whiting, *Merlangius merlangus euxinus* in the Black Sea, Turkey. *BAU, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(2), 37-43.
- Atasoy, G. E., Erdem, U., Cebeci, M. & Yerli, B. (2006). Some biological characteristics of the whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordmann, 1840) in the Marmara Sea. *Ege Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 23(1), 33-37.
- Ciloglu, E. (1997). Population parameters and vertical distribution of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) in the east coast of Trabzon (58 pp). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. MSc Thesis.
- Ciloglu, E., Sahin, C., Zengin, M. & Genc, Y. (2001). Determination of Some Population Parameters and Reproduction Period of Whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordmann, 1840) on the Trabzon-Yomra Coast in the Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 25, 831-837.
- Demirel, N. & Dalkara, E. M. (2012). Weight-length relationships of 28 fish species in the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 36, 785-791. DOI:10.3906/zoo-1111-29
- Duzgunes, E. & Karacam, H. (1990). Some population aspects, meat yield and biochemical composition of whiting (*Gadus euxinus* Nord. 1840) in the eastern Black Sea. *Doga Turkish Journal of Zoology*, 14, 345-352.
- Ecoutin, J. M. & Albaret, J. J. (2003). Length-weight relationship of 52 fish species from West African estuaries and lagoons. *Cybiurn*, 27, 3-9.
- Freitas, T. M. S., Prudente, B. S., Fontoura, N. F. & Montag, L. F. A. (2014). Length-weight relationships of dominant fish species from Caxiuanã National Forest, Eastern Amazon, Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 30, 1081-1083. DOI: 10.1111/jai.12436
- Freitas, T. M. S., Souza, J. B. S., Prudente, B. S. & Montag, L. F. A. (2017). Length-weight relationship in ten fish species from the Nhamundá River, the Amazon Basin, Brazil. *Acta Amazonica*, 47(1), 75-78. DOI:10.1590/1809-4392201601272
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253. DOI:10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x
- Froese, R., Tsikliras, A. C. & Stergiou, K. I. (2011). Editorial note on weight-length relations of fishes. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 41, 261-263. DOI: 10.3750/AIP2011.41.4.01
- Genc, Y., Mutlu, C., Zengin, M., Aydın, İ., Zengin, B. & Tabak, İ. (2002). *Determination of the effect of fishing effort on benthic fish stocks in the eastern Black Sea* (127 s.). Tarım ve Koyisleri Bakanlığı Tarımsal Arastirmalar Genel Mudurlugu, Proje No: TAGEM/IY/97/17/03/006, Sonuc Raporu, Trabzon, Türkiye: Trabzon Su Urunleri Merkez Arastırma Enstitüsü.
- Genc, Y., Zengin, M., Basar, S., Tabak, İ., Ceylan, B., Ciftci, Y., Ustundag, C., Akbulut, B. & Sahin, T. (1998). *Research Project for economic fishes* (157 s.). Tarım ve Koyisleri Bakanlığı Tarımsal Arastirmalar Genel Mudurlugu, TAGEM/IY/96/17/3/001 Sonuc Raporu, Trabzon, Türkiye: Trabzon Su Urunleri Merkez Arastırma Enstitüsü.
- Giarrizzo, T., de Sena Oliveira, R. R., Costa Andrade, M., Pedrosa Goncalves, A., Barbosa, T. A. P., Martins, A. R., Marques, D. K., Brito dos Santos, J. L., de Paula da Silva Frois, R., Oliveira de Albuquerque, T. P., Fogaca de Assis Montag, L., Camargo M. & Melo de Sousa, L. (2015). Length-weight and Length-length relationships for 153 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 415-424. DOI: 10.1111/jai.12677
- İsmen, A. (2002). A preliminary study on the population dynamics parameters of whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) in Turkish Black Sea coast waters. *Turkish Journal of Zoology*, 26, 157-166.
- Jobling, M. (2002). Environmental factors and rates of development and growth. In P. J. B. Hart, J. D. Reynolds, (Eds), *Handbook of fish biology and fisheries* (pp 107-19). Oxford, UK: Blackwell.
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007). Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7, 33-36.
- Kuriakose, S. (2017). *Estimation of length weight relationship in fishes*. In: Course Manual Summer School on Advanced Methods for Fish Stock Assessment and Fisheries Management. Lecture Note Series No. 2/2017 . CMFRI; Kochi, Kochi, pp. 215-220.
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.
- Mir, J. I., Sarkar, U. K., Dwivedi, A. K. Gusain, O.P., Pal, A. & Jena, J. K. (2012). Pattern of intrabasin variation in condition factor, relative condition factor and form factor of an Indian Major Carp, *Labeo rohita* (Hamilton-Buchanan, 1822) in the Ganges Basin, India. *European Journal of Biological Sciences*, 4, 126-135. DOI:10.5829/idosi.cjbs.2012.4.4.6448
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F. & Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62(1), 89-96. DOI:10.1016/S0165-7836(02)00250-3
- Ozdemir, S. & Duyar, H. A. (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coast, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*, 1, 405-407.
- Özdemir, S., Söyleyici, H., Özdemir, Z.B., Özsandıkçı, U. & Büyükdeveci, F. (2018). Karadeniz (Sinop-Samsun) kıyılarında avlanan mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*) balığının aylık olarak boy-ağırlık ilişkileri ve boy kompozisyonunun tespiti. *Aquatic Research*, 1(1), 26-37. DOI: 10.3153/AR18004
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8.
- Pauly, T. A. (1993). General characters for the classification of the cichlid family. In W. E. Ricker (Ed.), Blackwell: Oxford.
- Pervin, M. R. & Mortuza, M. G. (2008). Notes on length-weight relationship and condition factor of freshwater fish, *Labeo boga* (Hamilton) (Cypriniformes: Cyprinidae). *University Journal of Zoology, Rajshahi University*, 27, 97-98.
- Riedel, R., Caskey, L.M. & Hurlbert, S. H. (2007). Length-weight relations and growth rates of dominant fishes of the Salton Sea: implications for predation by fish-eating birds. *Lake and Reservoir Management*, 23, 528-535. DOI: 10.1080/07438140709354036

- Rosli, N. A. M. & Isa, M. M. (2012). Length-weight and Length-length Relationship of Longsnouted Catfish, *Plicofollis argyroleuron* (Valenciennes, 1840) in the Northern Part of Peninsular Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 23(2), 59-65.
- Saglam, N. E. & Saglam, C. (2012). Population parameters of whiting (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758) in the south-Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 831-839. DOI: 10.4194/1303-2712-v12_4_11
- Samsun, N. & Erkoyuncu, İ. (1998). Investigation of some parameters related to fishery biology of whiting (*Gadus merlangus euxinus* N. 1840) caught with bottom trawls in Sinop Region (Black Sea). *Ege Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 15(1-2), 19-31.
- Samsun, O. & Akyol, O. (2017). Exploitation rate of whiting, *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) in the Central Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 3(1), 20-26.
- Samsun, O. (1995). Investigation of whiting (*Gadus merlangus* Nord., 1840) caught with bottom trawls from the middle Black Sea in the 1991-1994 fishing season in terms of fisheries biology. *Suleyman Demirel Üniversitesi Egirdir Su Urunleri Fakultesi Dergisi*, 4, 273-282.
- Samsun, S. (2010). The determination of some population parameters of the whiting (*Merlangius merlangus* Linnaeus, 1758) at 2001-2003 fishing season caught in the middle Black Sea. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 22(1), 47-54.
- Sani, R., Gupta, B. K., Sarkar, U. K., Pandey, A., Dubey, V. K. & Lakra, W. S. (2010). Length weight relationship of 14 Indian freshwater species from river Betwa (Yamuna River tributary) and Gomti (Ganga river tributary). *J. Appl. Ichthyol.*, 26, 456-459.
- Sarkar, U. K., Deepak, P. K., & Negi, R. S. (2008). Length-weight relationship of clown knifefish *Chitala chitala* (Hamilton 1822) from the Ganga basin, India. *J. Appl. Ichthyol.*, 25, 232-233. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01206.x
- Singh, N. O., Sarma, D. & Singh, N. G. (2011). Length-weight relationship of *Tor putitora* (Hamilton) from Kosi River Uttarakhand considering different stages of its lifespan. *Indian Journal of Fisheries*, 58, 35-38.
- Sokal, R.R. & Rolf, F.J. (1987). Introduction to Biostatistics. 2nd Edition. Freeman. New, York, p. 363.
- Svetovidov, A.N. (1986). *Gadidae*. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., and Tortonese, E. (eds.). Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, United Kingdom. 1473 pp.
- Teixeira de Mello, F., Iglesias, C., Borthagaray, A. I., Mazzco, N., Vilches, J., Larrea, D. & Ballabio, R. (2006). Ontogenetic allometric coefficient changes. Implications of diet shift and morphometric attributes in *Hoplias malabaricus* (Bloch) (Characiforme, Erythrinidae). *J. Fish Biol.*, 69, 1770-1778. DOI:10.1111/j.1095-8649.2006.01245.x
- Thomas, J., Venu, S. & Kurup, B. M. (2003). Length-weight relationship of some deep-sea fish inhabiting continental slope beyond 250 m depth along West coast of India *Naga, World Fish Center Quart.*, 26, 17-21.
- TÜİK (2018). Türkiye İstatistik Kurumu. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005, Erişim tarihi: 2.12.2018
- Yesilcicek, T., Kalaycı, F. & Sahin, C. (2015). Length-weight relationships of 10 fish species from the southern Black Sea, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 9(1), 19-23.
- Yıldız, T. & Karakulak, F. S. (2017). Determination of the length-weight relationships of the whiting (*Merlangius merlangus*) and red mullet (*Mullus barbatus*) in the western Black Sea. 19. *National Fisheries Symposium 2010* (pp. 28). Sinop, Turkey: Printed symposium abstract book.
- Yousuf, F. & Khurshid, S., 2008. Length-weight relationship and relative conditions factor for the halfbeak *Hemiramphus far* Forsskal, 1775 from the Karachi coast. *Univ. J. Zool. Rajshahi Univ.*, 27, 103-104.

Yıldız Dağları (Kuzeydoğu Trakya, Türkiye)'nin balık faunası

Fish fauna of Yıldız Mountains (North-Eastern Thrace, Turkey)

Hasan Musa Sarı¹ • Ali İlhan² • Gülşah Saç^{3*} • Müfit Özuluğ⁴

¹Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir [ID https://orcid.org/0000-0003-1000-514X](https://orcid.org/0000-0003-1000-514X)

²Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir [ID https://orcid.org/0000-0002-7666-1804](https://orcid.org/0000-0002-7666-1804)

³İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, 34134, Vezneciler, İstanbul [ID https://orcid.org/0000-0001-9988-1116](https://orcid.org/0000-0001-9988-1116)

⁴İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, 34134, Vezneciler, İstanbul [ID https://orcid.org/0000-0002-1437-3890](https://orcid.org/0000-0002-1437-3890)

*Corresponding author: gulsahsac@gmail.com

Received date: 30.10.2018

Accepted date: 15.01.2018

How to cite this paper:

Sarı, H. M., İlhan, A., Saç, G. & Özuluğ, M. (2019). Fish fauna of Yıldız Mountains (North-Eastern Thrace, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 65-73. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.08

Öz: Bu çalışmada, Türkiye'nin Trakya Bölgesi'ndeki Karadeniz ile Avrupa faunasının etkisinde kalan içsuların balık faunasının belirlenmesi amaçlanmıştır. Saha çalışması, güneyde Yalıköy ile kuzeyde Rezve Çayı arasında kalan ve Yıldız Dağları'nın doğusunda yer alan bölgede, akarsu (lotik) ve durgun su (lentik) biyotoplardaki 40 farklı lokalitede gerçekleştirilmiştir. Balık örnekleme DC Elektroşoker, sade ağ, fanyalı ağ, ıgırıp ve pinter kullanılarak Nisan-Eylül 2000, Mayıs-Temmuz 2001 ve Temmuz 2009 tarihlerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda, Acheilognathidae, Atherinidae, Centrarchidae, Clupeidae, Cobitidae, Cyprinidae, Gasterosteidae, Gobiidae, Gobionidae, Leuciscidae, Mugilidae, Poecilidae, Salmonidae ve Syngnathidae olmak üzere 14 familyaya ait toplam 33 takson tespit edilmiştir. Çalışma alanında, 10 takson ile Leuciscidae en fazla tür çeşitliliğine sahip iken, Acheilognathidae, Atherinidae, Centrarchidae, Clupeidae, Cobitidae, Gasterosteidae, Gobionidae, Poecilidae ve Syngnathidae familyaları birer tür ile temsil edilmiştir. En yaygın olarak rastlanan türler *Barbus tauricus*, *Gobio kovatschevi*, *Alburnus istanbulensis* ve *Petroleuciscus borystheneus*'tur. Birey sayıları açısından değerlendirildiğinde ise *Gambusia holbrooki*'yi sırasıyla *Phoxinus phoxinus*, *Alburnoides tztzevi*, *Barbus tauricus* ve *Alburnus istanbulensis* türleri takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoçeşitlilik, istilacı tür, Avrupa, tatlısu balıkları

Abstract: In this study, it was aimed to determine the fish fauna of inland waters that are located in the Thrace region of Turkey and affected by the Black Sea and European fauna. The field surveys were carried out in 40 different locations in lotic and lentic biotopes located in the east of the Yıldız Mountains, between the Yalıköy in the south and the Rezve Stream in the north. Fish sampling was performed by using DC Electroshocker, gillnet, trammel-net, seine-net and fyke-net in April-September 2000, May-July 2001 and July 2009. A total of 33 taxa belonging to 14 families was identified; Acheilognathidae, Atherinidae, Centrarchidae, Clupeidae, Cobitidae, Cyprinidae, Gasterosteidae, Gobiidae, Gobionidae, Leuciscidae, Mugilidae, Poecilidae, Salmonidae and Syngnathidae. In the study area, Leuciscidae has the highest species richness with 10 taxa, while Acheilognathidae, Atherinidae, Centrarchidae, Clupeidae, Cobitidae, Gasterosteidae, Gobionidae, Poecilidae and Syngnathidae families are represented by a single species. The most common found fish species are *Barbus tauricus*, *Gobio kovatschevi*, *Alburnus istanbulensis* and *Petroleuciscus borystheneus*. In terms of numbers of specimens, *Gambusia holbrooki* was followed by *Phoxinus phoxinus*, *Alburnoides tztzevi*, *Barbus tauricus* and *Alburnus istanbulensis*.

Key words: Biodiversity, invasive species, Europe, freshwater fish

GİRİŞ

Yıldız Dağları'nın yer aldığı Trakya bölgesi, iki büyük kıtanın kesişim noktasında bulunması, boğazlar sistemi ile Anadolu'dan ayrılmış olması, akarsular, su basar ormanlar (longozlar), lagünler gibi farklı ekosistemleri bünyesinde barındırması gibi özellikler nedeniyle Türkiye içsu balık faunasında önemli bir yere sahiptir.

Yıldız Dağları'nın batısında kalan Meriç Nehri

havzasının balık faunası, günümüze dek çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla incelenmiştir. Buna karşın, Yıldız Dağları'nın doğusunda yer alan ve barındırdığı subasar ormanı ile özel bir ekosistem durumundaki lotik ve lentik habitatlar, büyük bir akarsu boşalım alanı içinde olmadığından özel çalışmalar dışında ele alınmamıştır. Trakya bölgesi içsu balıklarına değinen çalışmalar arasında Battalgil (1941, 1942), Erk'akan (1983, 1984), Balık (1985), Meriç

(1986a, 1986b, 1992), Erdem vd. (1994), Özuluğ (1999), Özuluğ vd. (2004) ve ÇOB (2004) sayılabilir. Bunlardan sadece üçünde Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan bölgenin tatlısu balık faunası incelenmiş ve bölgede 31 balık türünün yaşadığı belirtilmiştir (Balık, 1985; Erdem vd., 1994; ÇOB 2004).

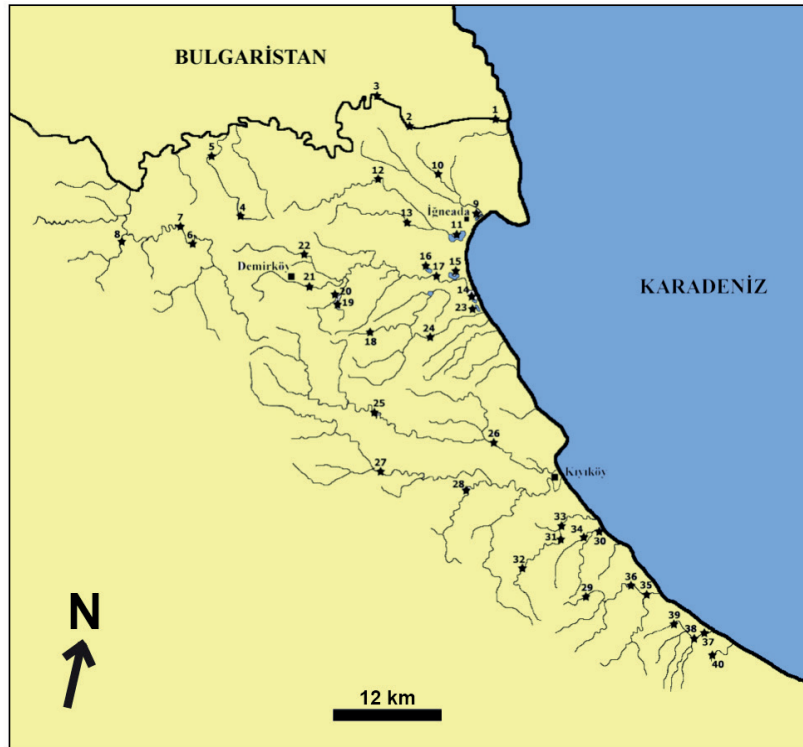
Bu çalışma ile güncel bilgilerimizin yetersiz olduğu Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan tatlısu sistemlerindeki balık faunasının son durumunun ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Bu amaç kapsamında; bölgedeki göl ve akarsularda yaşayan balık türlerinin tespit edilmesi, Rezve ve Veleka Dereleri gibi sınır ötesi sular ile komşu ülkelerden iç sularımıza giriş yapma ihtimali yüksek olan türlerin bölgedeki varlığının araştırılması ve tespit edilen türlerin dağılımlarının ortaya çıkarılarak bolluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Örnekleme Nisan ve Eylül 2000, Mayıs ve Temmuz 2001 ile Temmuz 2009 tarihlerindeki toplam 14 günlük saha çalışması ile yapılmış, her istasyon sadece bir kez örneklenmiştir. Balıklar yakalandıktan sonra karanfil yağı ile bayıltılmış ve %4'lük formaldehit solüsyonu ile tespit edilmiştir.

Bölgedeki doğal göller ve baraj göllerinin sığ ve küçük olmaları nedeniyle, balık örneklemelerinde sade ağ, fanyalı ağ, pinter ve ıgırıp kullanılmıştır. Sade ağlar 15 mm, 22 mm ve 36 mm göz açıklıklarına sahip olup, 1 m yükseklikte ve 50'şer metre uzunluğundadır. Fanyalı ağ ise, 17 mm göz açıklığına sahip tor ve 110 mm göz açıklığına çift taraflı fanyaya sahip olup 1 m yükseklikte ve 80 m uzunluğundadır. Pinterin ağız çemberinin çapı 30 cm ve boyu yaklaşık 80 cm'dir. ıgırıpın ise tor göz açıklığı 3 mm, yüksekliği 1 m, torba kısmı 5 m, kanatları 10'ar metre ve toplam uzunluğu 25 m'dir. Akarsu sistemlerinin doğal yapısı gereği yukarı, orta ve aşağı havzalarında farklı bölgesel özelliklerinin bulunması ve buna bağlı olarak farklı balık türlerini barındırabilmesi olasılığı göz önüne alınarak aynı akarsu üzerinde birden fazla örnekleme noktası belirlenmiş ve balık örnekleme DC elektroşokerler (SAMUS 725 G, Elektracatch WFC911) ile gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı, kuzeyde Bulgaristan ile Türkiye'nin sınırını oluşturan Rezve Çayı ile güneyde Yalıköy ve civarındaki kıyısız bölge arasında kalan lentik ve lotik biyotoplar olarak belirlenmiştir. Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan bu kesimde 40 farklı lokaliteden balık örnekleri toplanmıştır (Şekil 1). İstasyon adı, koordinat bilgisi ve örnekleme tarihleri Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan tatlısu sistemleri ve çalışılan istasyonlar
Figure 1. Freshwater systems and sampling sites in the east of Yıldız Mountains

Tablo 1. Çalışma sahasındaki istasyonların adı, koordinat bilgileri ile örnekleme tarihleri
Table 1. Name, coordinate and sampling dates of the stations in the sampling area

No	İstasyon Adı	İl	Koordinat	Tarih
1	Rezve Çayı-1	Kırklareli	41°58'53"K 28°01'33"D	26.07.2009
2	Rezve Çayı-2	Kırklareli	41°58'56"K 27°54'10"D	26.07.2009
3	Rezve Çayı-3	Kırklareli	42°00'09"K 27°51'36"D	26.07.2009
4	Tarlalık Deresi-1	Kırklareli	41°53'46"K 27°41'53"D	26.07.2009
5	Tarlalık Deresi-2	Kırklareli	41°57'02"K 27°40'29"D	26.07.2009
6	Velika Deresi-1	Kırklareli	41°51'35"K 27°37'56"D	26.07.2009
7	Velika Deresi-2	Kırklareli	41°52'13"K 27°37'16"D	26.07.2009
8	Velika Deresi-3	Kırklareli	41°51'29"K 27°34'05"D	26.07.2009
9	Erikli Gölü	Kırklareli	41°53'26"K 27°59'58"D	27.07.2009
10	Paspala Deresi	Kırklareli	41°55'43"K 27°56'34"D	27.07.2009
11	Mert Gölü	Kırklareli	41°52'09"K 27°58'33"D	20.07.2009
12	Çavuşköprü Deresi	Kırklareli	41°54'55"K 27°51'09"D	20.07.2009
13	Madra Deresi	Kırklareli	41°52'46"K 27°54'32"D	20.07.2009
14	Deniz Gölü	Kırklareli	41°48'58"K 27°59'15"D	23.07.2009
15	Hamam Gölü	Kırklareli	41°49'24"K 27°57'58"D	21.07.2009
16	Pedina Gölü	Kırklareli	41°49'45"K 27°56'04"D	21.07.2009
17	Bulanık Deresi	Kırklareli	41°49'15"K 27°57'16"D	21.07.2009
18	Sivriler Deresi	Kırklareli	41°46'42"K 27°51'21"D	21.07.2009
19	Çam Deresi	Kırklareli	41°48'01"K 27°49'21"D	21.07.2009
20	Bıçkı Deresi	Kırklareli	41°48'24"K 27°49'09"D	21.07.2009
21	Değirmen Deresi	Kırklareli	41°48'47"K 27°48'05"D	21.07.2009
22	Palabıyık Deresi	Kırklareli	41°50'19"K 27°47'25"D	22.07.2009
23	Saka Gölü	Kırklareli	41°48'04"K 27°59'43"D	23.07.2009
24	Yavuz Deresi	Kırklareli	41°48'43"K 27°56'37"D	21.07.2009
25	Pabuç Deresi-1	Kırklareli	41°41'04"K 27°52'53"D	24.07.2009
26	Pabuç Deresi-2	Kırklareli	41°38'13"K 28°04'11"D	24.07.2009
27	Kazan Deresi	Kırklareli	41°37'55"K 27°53'07"D	24.07.2009
28	Domuz Deresi	Kırklareli	41°36'59"K 27°59'05"D	24.07.2009
29	Bahçedere Deresi-1	İstanbul	41°34'51"K 27°05'85"D	21.09.2000
30	Elmalı Deresi-1	İstanbul	41°34'93"K 28°08'53"D	21.09.2000
31	Bahçedere Deresi-2	İstanbul	41°34'51"K 27°05'82"D	04.05.2001
32	Bahçeköy Deresi	İstanbul	41°32'82"K 27°03'01"D	04.05.2001
33	Sultanbahçe Barajı	İstanbul	41°34'67"N 28°05'87"D	05.05.2001
34	Elmalı Deresi-2	İstanbul	41°34'75"K 28°07'46"D	23.07.2001
35	Çilingöz Barajı	İstanbul	41°31'55"K 28°11'55"D	23.07.2001
36	Çilingöz Deresi	İstanbul	41°31'07"K 28°11'83"D	20.09.2000
37	Kuzulu Deresi-1	İstanbul	41°29'39"K 28°16'12"D	20.09.2000
38	Kuzulu Barajı	İstanbul	41°28'99"K 28°15'69"D	20.04.2000
39	Kuzulu Deresi-2	İstanbul	41°28'77"K 28°15'20"D	19.04.2000
40	Düzdere Barajı	İstanbul	41°28'13"K 28°17'48"D	19.04.2000

BULGULAR

Örnekleme sonuçlarında 14 familyaya ait toplam 33 takson elde edilmiştir (Tablo 2). Tüm türlere ait toplam birey sayısı 3598'dir. Bölgedeki en yaygın türün, 18 farklı istasyondan yakalanan *Barbus tauricus* olduğu; bunu 16 istasyon ile *Gobio kovatschevi*, *Alburnus istanbulensis* ve *Petroleuciscus borysthenticus*'un takip ettiği belirlenmiştir. *Atherina boyeri*, *Alosa tanaica*, *Carassius gibelio*, *Chelon auratus*, *Leucaspis delineatus*, *Mesogobius batrachocephalus*, *Oncorhynchus mykiss* ve *Syngnathus abaster* türleri ise bölge sularında sadece 1'er istasyondan yakalanmıştır.

Elde edilen birey sayısı bakımından, *Gambusia holbrooki* 593 birey ile ilk sırada yer almış; diğerleri ise sırasıyla *Phoxinus strandje* 578 birey, *Alburnoides tzenevi* 280 birey, *Barbus tauricus* 248 birey ve *Alburnus istanbulensis* 217 birey ile takip etmiştir. Bununla birlikte, *Oncorhynchus mykiss*, *Syngnathus abaster* ve *Mesogobius batrachocephalus* türlerinden sadece 1, *Chelon auratus* türünden 2 ve *Mugil cephalus* ile *Alosa tanaica* türlerinden ise sadece 4 birey yakalanmıştır (Tablo 3).

TARTIŞMA

Çalışma alanında daha önceki yıllarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Balık (1985), çalışma sahasını kapsayan içsuların 25 takson, Erdem vd. (1994) Hamam Gölü'nden 6 takson ve ÇOB (2004) Mert, Erikli, Hamam, Saka ve Deniz gölleri ile Arnavut ve Sivrililer derelerinden 15 taksonun varlığını rapor ederek bu taksonlara ek olarak 11 türün, kaynak gösterilerek söz konusu sulara bulundukları bildirilmiştir (Tablo 4). Bölgedeki balık türlerine değinen en son çalışma, Özuluğ vd. (2019) tarafından yapılmış ve Trakya Bölgesi'nde dağılım gösteren istilacı balık türlerinin dağılımı hakkında bilgi verilmiştir. Söz konusu çalışmada *Lepomis gibbosus* Rezve Çayı ve Sultanbahçe Deresi'nden, *Carassius gibelio* Sultanbahçe Deresi'nden ve *Gambusia holbrooki* Papuçdere'den bildirmiştir. Mevcut çalışmada tespit edilen *Alosa tanaica*, *Oncorhynchus mykiss*, *Rutilus frisii*, *Chelon auratus* ve *Ponticola eurycephalus* türleri çalışma sahasındaki iç sularından ilk kez bildirilmektedir (Tablo 4).

Daha önceki çalışmalarda bölgeden bildirilen *Anguilla anguilla*, *Alburnus alburnus*, *Alburnus chalcoides*, *Carassius carassius*, *Chondrostoma vardarensis*, *Leuciscus aspius*, *Rutilus rutilus*, *Cobitis vardarensis*, *Liza ramada*, *Sander lucioperca* ve *Platichthys flesus* türlerine bu çalışmada rastlanamamıştır (Tablo 4). Bunlardan *Anguilla anguilla*'nın günümüzdeki stoklarının oldukça azaldığı ve birçok yerde artık bu türe rastlanmadığı bilinen bir gerçektir (Jacoby ve Gollock, 2014). Bu nedenle, çalışılan bölgede *Anguilla anguilla*'ya rastlanamaması doğaldır. *Alburnus chalcoides*'in

ülkemiz sularında yaşamadığı bilinmektedir (Özuluğ ve Freyhof, 2007). Elde edilen *Alburnus* örneklerinin incelenmesinden sonra, bölgeden daha önce *Alburnus chalcoides* olarak bildirilen türün *Alburnus istanbulensis* olduğu tespit edilmiştir. Kimi çalışmalarda *Carassius gibelio* türü *Carassius carassius* türü ile karıştırılmıştır (Özuluğ vd. 2004). Çalışma bölgesinde yakalanan tüm *Carassius* bireylerinin incelenmesi sonrasında, daha önce *Carassius carassius* olarak bildirilen türün (Balık, 1985; Erdem vd. 1994; ÇOB, 2004) *Carassius gibelio* olması gerektiği sonucuna varılmıştır. Önceki çalışmalarda, çalışma bölgesinde *Cobitis taenia* ve *Cobitis vardarensis* türlerinin yaşadığı bildirilmiştir (Balık, 1985; ÇOB, 2004). Vasil'eva ve Vasil'ev (2006), Bulgaristan'daki Veleka Deresi'nden yeni bir *Cobitis* türü olarak *Cobitis pontica*'yı tanımlamış ve *Cobitis taenia* ile olan morfolojik benzerliğini vurgulamıştır. Çalışma bölgesinden elde edilen *Cobitis* örnekleri *Cobitis taenia* olarak tanımlanmıştır.

Söz konusu bölgenin içsu ihtiyofaunası, IUCN (2018)'e göre küresel boyutta koruma kategorileri açısından değerlendirildiğinde; *Anguilla anguilla* Kritik Düzeyde Tehlike Altında (CR), *Alburnus schischkovi* ve *Phoxinus strandje* Tehlikede (EN) ve *Gobio kovatschevi* ile *Cyprinus carpio* ise Zarar Görebilir (VU) olarak tanımlanmışken, *Alburnoides tzenevi* ve *Oncorhynchus mykiss* IUCN Kırmızı Liste'de değerlendirme dışı bırakılan türlerdir. Diğer türler ise Düşük Riskli (LC) olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 4).

Araştırma bölgesinden yakalanan türlerden biri olan *Vimba vimba* türüne çok yakın bir başka tür olan *Vimba melanops* türü Meriç Nehri havzasından bildirilmektedir. *Vimba vimba*, *Vimba melanops* türünden dorsal yüzgecin arkasında bir karinanın olması ile ayrılmaktadır (Kottelat ve Freyhof, 2007). Trakya bölgesinde yapılacak yeni çalışmalarda bu ayrım noktasına dikkat edilmelidir. Meriç Nehri havzasında dağılım gösteren ancak çalışma bölgesinde bulunmayan bir başka tür ise *Squalius orpheus*'tur. Çalışma bölgesinde yaşayan *Squalius cephalus*'a yakın bir tür olan *Squalius orpheus*, anal yüzgecinde bulunan yoğun siyah pigmentasyon ile kolayca tanımlanabilir. *Squalius cephalus* türünün anal yüzgeci ise çoğunlukla renksiz ya da hafif portakal sarısı renktedir. Mevcut literatüre göre inceleme bölgesinden *Salmo trutta macrostigma* ve *Salmo labrax* bildirilmiştir (Balık, 1985; Kottelat ve Freyhof, 2007). *Salmo coruhensis* Turan vd. (2009) tarafından Doğu Karadeniz akarsularından yeni tür olarak tanımlanmış, *Salmo labrax*'tan ayrım özelliği olarak siyah beneklerin çok sayıda ve yaklaşık göz bebeği büyüklüğünde olması olarak verilmiştir (*Salmo labrax*'ta siyah benekler az sayıda ve göz bebeğinden büyüktür). Çalışma bölgesinden elde edilen *Salmo* örnekleri, *Salmo labrax* türüne daha yakın olmaları nedeniyle (kişisel görüşme Davut Turan, 2019) *Salmo cf.*

labrax olarak değerlendirilmişlerdir.

Kottelat ve Freyhof (2007)'a göre, *Oncorhynchus mykiss*, *Gobio kovatschevi*, *Alburnoides tzaevi* ve *Phoxinus strandjae* akarsularda genellikle memba yönündeki üst zonları tercih etmektedirler. Bu çalışmada, bu türlerin yakalandıkları istasyonların mevcut literatür bilgisi ile uyumlu olduğu görülmüştür (Balık, 1985; Erdem vd., 1994; ÇOB, 2004). Denizel kökenli türlerden *Atherina boyeri*, *Alosa tanaica* ve *Chelon auratus* türleri ise yine deniz bağlantısı olan Mert ve Deniz göllerinden yakalanmıştır. Bununla birlikte, *Alburnus* cinsi ve *Gobiidae* familyası üyeleri ile *Barbus tauricus*, *Cobitis taenia*, *Rhodeus amarus* gibi bazı türler gerek göllerde gerekse akarsuların farklı zonlarında dağılım göstermişlerdir. Sularımızda Durusu Gölü ile İznik Gölü'nde yaşadığı bilinen, bununla birlikte üreme stratejisinden dolayı Karadeniz Havzası'ndaki derelere girebildiği rapor edilen *Rutilus frisii*'ye ait bireylerin Rezve ve Madra dereleri ile Pedina ve Saka göllerinden

yakalanması ile türün bilinen dağılım alanlarına katkı sağlanmıştır.

Bölgedeki içsu kaynakları için önemli bir tehlike, bölgeye yabancı balık türlerinin girmesidir. Bu yabancı türlerden *Oncorhynchus mykiss*'in bölgedeki alabalık üretim çiftliklerinden kaçarak akarsulara karıştığı düşünülmektedir. Gerek habitat rekabeti gerekse hibritleşmenin, yerli alabalık türlerinden biri olan ve bölgede tespit edilen *Salmo cf. labrax* için tehdit oluşturabileceği düşünülmektedir. Türkiye içsuları için istilacı özellik gösterdiği bilinen *Carassius gibelio*, *Gambusia holbrooki* ve *Lepomis gibbosus* türlerinin özellikle Saka, Deniz, Erikli, Mert ve Hamam gibi göllerden yakalandığı görülmektedir. Yabancı türlerin yayılmasında birbiriyle bağlantısı olan lotik ve lentik sistemlerin etkisi büyüktür. Ancak birbirinden bağımsız akarsu ve göllerde yabancı türlere rastlanması, türlerin buralara insan eli ile taşınmış olabileceğinin bir göstergesidir. Özellikle istila özelliği bilinen bu türlerin bulunduğu habitatlardaki yoğunluklarının

Tablo 2. Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan tatlısu sistemlerinden yakalanan balık türleri
Table 2. Fish species captured from the freshwater systems in the east of the Yıldız Mountains

Familya: Acheilognathidae	Familya: Gobionidae
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	<i>Gobio kovatschevi</i> (Chichkoff, 1937)
Familya: Atherinidae	Familya: Mugilidae
<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)
Familya: Centrarchidae	<i>Chelon auratus</i> (Risso, 1810)
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Familya: Leuciscidae
Familya: Clupeidae	<i>Alburnoides tzaevi</i> (Chichkoff, 1933)
<i>Alosa tanaica</i> (Grimm, 1901)	<i>Alburnus istanbulensis</i> (Battalgil, 1941)
Familya: Cobitidae	<i>Alburnus schischkowi</i> (Drensky, 1943)
<i>Cobitis taenia</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Leucaspius delineatus</i> (Heckel, 1843)
Familya: Cyprinidae	<i>Petroleuciscus borysthenticus</i> (Kessler, 1859)
<i>Barbus tauricus</i> (Kessler, 1877)	<i>Phoxinus strandjae</i> (Drensky, 1926)
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	<i>Rutilus frisii</i> (Nordmann, 1840)
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)
Familya: Gasterosteidae	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)
Familya: Gobiidae	Familya: Poeciliidae
<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard, 1859)
<i>Knipowitschia caucasica</i> (Berg, 1916)	Familya: Salmonidae
<i>Mesogobius batrachocephalus</i> (Pallas, 1814)	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	<i>Salmo cf. labrax</i> (Pallas, 1814)
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Familya: Syngnathidae
<i>Ponticola eurycephalus</i> (Kessler, 1874)	<i>Syngnathus abaster</i> (Risso, 1827)
<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1839)	

Tablo 3. Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan tatlısu sistemlerinden yakalanan balık türlerinin istasyonlara göre dağılımları ve birey sayıları**Table 3.** Distribution and number of specimens of fish species by sites in the freshwater systems in the east of Yıldız Mountains

Balık türleri	İstasyonlar																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>A. boyeri</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	112	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>A. tanaica</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	--	--	--	--
<i>A. tzanevi</i>	--	18	13	--	--	36	29	16	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	63
<i>A. istanbulensis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12	--	6	99	--	--	2	--	--	--
<i>A. schischkowi</i>	20	6	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>B. tauricus</i>	2	10	2	--	33	7	7	10	--	--	--	28	--	--	--	--	4	--	--	4
<i>B. gymnotrachelus</i>	2	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>C. taenia</i>	1	--	--	--	--	--	--	3	--	--	--	--	--	6	--	--	--	--	--	--
<i>C. gibelio</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>C. auratus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>C. carpio</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	2	--	--	--
<i>G. aculeatus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	84	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>G. holbrooki</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	10	--	512	--	--	23	17	--	--	--	--	--
<i>G. kovatschevi</i>	--	--	--	--	11	4	3	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12
<i>K. caucasica</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15	--	--	8	--	--	--	--	--	--
<i>L. delineatus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>L. gibbosus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--
<i>M. batrachocephalus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. cephalus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>N. fluviatilis</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	143	--	--	--	--	--	--
<i>N. melanostomus</i>	5	1	1	--	--	--	--	--	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>O. mykiss</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>P. borysthenicus</i>	2	--	--	--	--	--	--	--	--	39	1	--	3	--	--	--	--	--	--	--
<i>P. strandjae</i>	--	--	--	49	15	38	12	41	--	--	--	103	28	--	--	--	--	100	37	32
<i>P. eurycephalus</i>	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>P. seminularis</i>	2	4	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>R. amarus</i>	29	--	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	90	--	--	1	--	--	--
<i>R. frisii</i>	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	23	--	--	10	--	--	--	--
<i>S. abaster</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>S. erythrophthalmus</i>	--	--	2	--	--	--	--	--	30	--	--	--	--	1	1	--	--	--	--	--
<i>S. cf. labrax</i>	--	--	--	--	1	4	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3	8
<i>S. cephalus</i>	--	5	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	80	--	--	1
<i>V. vimba</i>	10	4	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	43	--	--	--	--	--	--

Tablo 3. Devamı
Table 3. Continued

Balık türleri	İstasyonlar																			
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
<i>A. boyeri</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>A. tanaica</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>A. tzanevi</i>	--	35	--	--	39	--	22	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>A. istanbulensis</i>	--	--	4	20	37	5	5	--	--	--	9	--	2	2	4	4	--	--	4	2
<i>A. schischkowi</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>B. tauricus</i>	21	17	1	22	52	8	19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1
<i>B. gymnotrachelus</i>	--	--	--	--	--	7	3	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--
<i>C. taenia</i>	--	--	4	11	--	26	2	--	--	4	--	--	--	--	1	6	1	--	--	--
<i>C. gibelio</i>	--	--	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>C. auratus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>C. carpio</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>G. aculeatus</i>	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>G. holbrooki</i>	--	--	11	--	--	20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>G. kovatschevi</i>	3	22	--	2	56	--	49	8	--	--	8	--	5	--	--	--	8	2	3	--
<i>K. caucasica</i>	--	--	6	--	--	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>L. delineatus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	13	--	--	--	--	--
<i>L. gibbosus</i>	--	--	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. batrachocephalus</i>	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>M. cephalus</i>	--	--	--	--	--	1	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>N. fluviatilis</i>	--	--	17	--	--	37	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>N. melanostomus</i>	--	--	--	--	--	2	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>O. mykiss</i>	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>P. borysthenticus</i>	--	--	--	--	--	21	7	--	13	--	3	--	2	5	7	20	7	2	1	9
<i>P. strandjae</i>	58	18	--	1	--	--	8	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>P. semularis</i>	--	--	2	--	--	4	1	--	--	--	--	--	--	--	1	--	2	--	--	--
<i>P. eurycephalus</i>	--	--	--	12	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>R. amarus</i>	--	--	50	--	--	20	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>R. frisii</i>	--	--	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>S. abaster</i>	--	--	--	--	--	--	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>S. erythrophthalmus</i>	--	--	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>S. cf. labrax</i>	1	--	--	--	3	--	--	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	--
<i>S. cephalus</i>	--	8	2	42	11	8	28	--	3	4	2	8	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>V. vimba</i>	--	--	73	3	--	5	10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	13

sürekli izlenmesi, yerli türlere ve ekosisteme etkilerinin incelenmesi ve gerekirse yoğunluklarının azaltılması için müdahale edilmesi gerekir.

Sonuç olarak, Yıldız Dağları'nın doğu kısmında kalan bölge, aşırı bir sanayileşme ve nüfus yoğunluğu olmadığından çevresel tehditlerden uzak bir alan gibi görünmektedir. Ancak, bölge yakınında büyük şehirlerin ve büyük sanayi tesislerinin bulunması, bu bölgenin tatlısu rezervinin oralara taşınması riskini taşımaktadır. Günümüzde Pabuçdere ile Düzdere arasındaki derelerin suları İstanbul için içme suyu rezervi olarak kullanılmakta olup bölgedeki

diğer akarsuların bu gibi faaliyetlerden korunması gerekmektedir. Turizm faaliyetleri sadece İğneada civarında yoğunlaşmış olmasından dolayı, Erikli Gölü ve Mert Gölü domestik (evsel) atıklar ile yoğun şekilde kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bölgenin turizm alanı olan İğneada'da iyi bir arıtma tesisinin inşası ve turistik tesis sınırlaması bu tehlikeyi en aza indirecektir. Bölge insanının sınırlanacak turizm faaliyetlerinden olumsuz yönde etkilenmemesi için yıl boyunca alternatif turizm seçeneklerinin geliştirilmesi sağlanabilir. Bölge sularının yukarıda bahsedilen tehlikelerden korunması, tatlısu ihtiyofaunasının da korunmasını ve sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

Tablo 4. Yıldız Dağları'nın doğusunda kalan tatlısu sistemlerinde yaşadığı tespit edilen balık türleri (1: Balık, 1985; 2: Erdem vd., 1994; 3: ÇOB, 2004; 4: Özuluğ ve Freyhof 2007; 5: Kottelat ve Freyhof, 2007; 6: Özuluğ vd. 2019; 7: Mevcut çalışma; 8: IUCN, 2018; CR: Kritik Düzeyde Tehlike Altında; LC: Düşük Riskli; EN: Tehlikede; NT: Tehdite Yakın; VU: Duyarlı; R: Referans bilgisi). Yıldız işareti (*) ile işaretlenen taksonların tür adları güncellenmiştir

Table 4. Fish species that are found living in the east of the Yıldız Mountains (1: Balık, 1985; 2: Erdem et al., 1994; 3: ÇOB, 2004; 4: Özuluğ and Freyhof 2007; 5: Kottelat and Freyhof, 2007; 6: Özuluğ et al., 2019; 7: Present study; 8: IUCN, 2018; CR: Critically Endangered; LC: Least Concern; EN: Endangered; NT: Near Threatened; VU: Vulnerable; R: Reference data). The species names of the taxa marked with asterisk (*) have been updated

Takson	1	2	3	4	5	6	7	8	Takson	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>A. anguilla</i>	+							CR	<i>S. erythrophthalmus</i>		+	+		+		+	LC
<i>A. tanaica</i>							+	LC	<i>V. vimba</i>	+		R		+		+	LC
<i>S. cf. labrax*</i>	+						+	-	<i>C. taenia*</i>	+		R		+		+	LC
<i>O. mykiss</i>							+	-	<i>S. abaster</i>	+		R				+	LC
<i>A. tzaenevi*</i>	+	+	R		+		+	-	<i>G. aculeatus</i>	+		R		+		+	LC
<i>A. alburnus</i>	+		R		+			LC	<i>G. holbrooki*</i>			+			+	+	LC
<i>A. istanbulensis*</i>	+		+	+	+		+	LC	<i>C. auratus</i>							+	-
<i>A. schischkovi</i>				+	+		+	EN	<i>M. cephalus</i>			+				+	LC
<i>B. tauricus*</i>	+		R		+		+	LC	<i>L. ramada</i>	+		R					LC
<i>C. gibelio*</i>	+	+	+			+	+	-	<i>A. boyeri</i>	+		+				+	LC
<i>C. vardarensis*</i>			+					NT	<i>S. lucioperca</i>	+	+	R		+			LC
<i>C. carpio</i>	+	+	+				+	VU	<i>M. batrachocephalus</i>	+						+	LC
<i>G. kovatschevi*</i>	+		+		+		+	LC	<i>P. eurycephalus</i>							+	LC
<i>L. aspius*</i>			+		+			-	<i>N. fluviatilis</i>	+		+		+		+	LC
<i>L. delineatus</i>					+		+	LC	<i>B. gymnotrachelus</i>	+		R		+		+	LC
<i>S. cephalus</i>	+	+	+		+		+	LC	<i>N. melanostomus</i>	+		+				+	LC
<i>P. borysthenticus</i>	+		R		+		+	LC	<i>P. semilunaris*</i>	+				+		+	LC
<i>P. strandjae*</i>	+				+		+	EN	<i>P. flesus</i>	+		R					LC
<i>R. amarus</i>	+		+		+		+	LC	<i>K. caucasica</i>					+		+	LC
<i>R. rutilus</i>			+		+			LC	<i>L. gibbosus</i>						+	+	LC
<i>R. frisii</i>							+	LC									

KAYNAKÇA

- Balık, S. (1985). Taxonomical revision and the present situations of the inland water fish from Turkish Thrace. *Doğa Bilim Dergisi*, Seri A2, 9(2), 147-160.
- Battalgil, F. (1941). Les poissons des eaux douces de la Turquie. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, 6(1-2), 170-186.
- Battalgil, F. (1942). Contribution a la connaissance des poissons des eaux douces dela Turquie. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B, 7(4), 287-306.
- ÇOB (2004). İğneada faunası, Biyolojik Çeşitlilik ve Doğal Kaynak Yönetimi Projesi (GEF-II). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- Erdem, Ü., Kırgız, T., Güher, H. & Türeli, C. (1994). Some biological properties of *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758 and *Carassius carassius* L., 1758 (Pisces) in Hamam Lake (İğneada-Kırklareli). *12th National Biology Congress, Section of Hydrobiology*, 4 (pp. 122-128). Edirne, Turkey. Bildiriler Kitabı.
- Erk'akan, F. (1983). The fishes of the Thrace region. *Hacettepe Bulletin of Natural Sciences and Engineering*, 12, 39-48.
- Erk'akan, F. (1984). A new cyprinid fish record for Turkey, *Pseudorasbora parva* from thee Thrace region. *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 8(3), 350-351.
- Jacoby, D. & Gollock, M. (2014). *Anguilla anguilla*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2014: e.T60344A45833138. DOI: [10.2305/IUCN.UK.2014](https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014)
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Meriç, N. (1986a). Fishes encountered in Büyükçekmece Lake, İstanbul. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası Seri B, 51, 41-46.
- Meriç, N. (1986b). Fishes encountered in Küçükçekmece Lake, İstanbul. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası Seri B, 51, 33-39.
- Meriç, N. (1992). Büyükçekmece Baraj Gölü Balıkları Üzerinde Bir Ön Çalışma. *XI. Ulusal Biyoloji Kongresi*, (pp. 167-174) Elazığ, Türkiye. Bildiriler Kitabı.
- OSB (2013). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü. Alıntılanma adresi: <http://bolge1.ormansu.gov.tr> (12.11.2013).
- Özuluğ, M. (1999). Taxonomic study on the fish in the basin of Büyükçekmece Dam Lake. *Turkish Journal of Zoology*, 23, 439-451.
- Özuluğ, M., Meriç, N. & Freyhof, J. (2004). The distribution of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in Thrace (Turkey). *Zoology in the Middle East*, 31, 63-66.
- Özuluğ, M., & Freyhof, J. (2007). Rediagnosis of four species of *Alburnus* from Turkey and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 18(3), 233-246.
- Özuluğ, M., Gaygusuz, Ö., Gürsoy Gaygusuz, Ç. & Saç, G. (2019). New distribution areas of four invasive freshwater fish species from Turkish Thrace. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(10). DOI: [10.4194/1303-2712-v19_10_03](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_10_03)
- Turan, D., Kottelat, M. & Engin, S., (2009). Two new species of trouts, resident and migratory, sympatric in streams of northern Anatolia (Salmoniformes: Salmonidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 20, 333-364.
- Vasil'eva, E.D. & Vasil'ev, V.P. (2006). *Cobitis pontica* sp. nova-a new spined loach species (Cobitidae) from the Bulgarian waters. *Journal of Ichthyology*, 46 (1), 15-20.

Türkiye balık yem sanayisinin gelişimi

Development of Turkish fish feed industry

Dilek İşgören Emiroğlu^{1*} • Mustafa Tolga Tolon² • Deniz Balkı Günay³ • Serenay Nur Yapıcı⁴

¹Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova-İzmir  <https://orcid.org/0000-0001-8371-6407>

²Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova-İzmir  <https://orcid.org/0000-0002-2233-0663>

³Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova-İzmir  <https://orcid.org/0000-0003-0069-4703>

⁴Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova-İzmir  <https://orcid.org/0000-0002-7615-7405>

*Corresponding author: dilek.emiroglu@ege.edu.tr

Received date: 27.10.2018

Accepted date: 16.01.2018

How to cite this paper:

Emiroğlu İşgören, D., Tolon, M. T., Günay, D. B. & Yapıcı, S. N. (2019). Development of Turkish fish feed industry. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 75-80. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.09

Öz: Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği sektörünün son yıllarda hızlı bir gelişim göstermesine bağlı olarak balık yemine olan talep de önemli ölçüde artmıştır. Su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinin sayılarının ve üretim miktarlarının giderek artması, beraberinde balık yemi talebinin artışı, su ürünleri yem sanayinin gelişmesini teşvik etmektedir. 1999’da yetiştiricilik yoluyla üretim yaklaşık 60 bin ton iken balık yemi üretimi 38000 ton, 2015 yılında ise su ürünleri yetiştiricilik üretimi 240 bin ton iken balık yemi üretimi 375000 ton olarak kaydedilmiştir. 1999-2016 yılları arasında su ürünleri yetiştiricilik üretimi miktarı yaklaşık 4,5 kat artarken, balık yemi üretimi yaklaşık 12 kat artış göstermiştir. Bu çalışmada Türkiye’deki balık yemi sanayinin gelişimi değerlendirilmiştir. Günümüzde Türkiye’de 23 adet balık yemi üretimi yapan işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerin % 70’i, 30 bin ton ve altında üretim gerçekleştirmektedir. Bu araştırmada 30 bin ton ve altı üretim yapan işletmeler araştırma kapsamına alınmış ve bu işletmelerin yönetimindeki yetkili kişilerle telefon anketi gerçekleştirilmiştir. Anket çalışması sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde araştırma kapsamındaki işletmelerin % 63’ünün üretim miktarının 10 bin ton ile 30 bin ton arasında olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin % 56’sının sadece balık yemi üretimi yaptığı tespit edilmiştir. Araştırma kapsamındaki firma yetkililerinin hepsi balık yem sanayisinin gelişimini sürdüreceği görüşündedir. Çalışmada 1999-2016 yılları arasındaki 18 yıllık üretim değerleri esas alınarak yapılan üretim miktarı öngörüsüne göre de 2021 yılında su ürünleri yetiştiricilik üretiminin 310268 tona, balık yemi üretiminin ise 585418 tona ulaşacağı beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Balık yemi, yetiştiricilik, üretim, Türkiye

Abstract: According to Turkish aquaculture sector has showed a rapid development in recent years, the demand for fish feed in aquaculture has also increased considerably. The facts of increasing the number of aquaculture companies and production quantities together with the growing of demand for fish feed, promote the progress of aquaculture feed industry. Aquaculture production was recorded as approximately 60000 tons while fish feed production was 38000 tons in 1999 and the values for aquaculture production came to 240000 tons while fish feed production reached to 375000 tons in 2015. Fish feed production increased by 12 times while the quantity of aquaculture production was increasing by 4,5 times between the years of 1999 and 2016. In this study, the development of Turkish fish feed industry was evaluated. Today, there are 23 fish feed producing companies in Turkey. 70% of these enterprises make production 30000 tons and less than this amount. In this research, the companies that make production 30000 tons and less than this value were considered and telephone surveys were conducted with authorized persons who were in the management position of these enterprises. When the obtained data of the survey study results were evaluated, it was determined that the production quantity of 63% of the researched companies were between 10000 tons and 30000 tons. It was established that 56% of companies only produce fish feed. All responsables of the enterprises, who were selected with in the scope this research, had the same opinion about believing that fish feed industry will continue its development. In the study, it is expected that aquaculture production will reach to 310268 tons and fish feed production will reach to 585418 tons in 2021 according to the production quantity forecasting made based on 18 years production values between the years of 1999 and 2016.

Keywords: Fish feed, aquaculture, production, Turkey

GİRİŞ

Yetiştiricilik yoluyla elde edilen su ürünleri üretimi, avcılık yoluyla sağlanan üretimin talebi karşılayamaması nedeni ile son yıllarda hızlı bir gelişim göstermektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği; artan su ürünleri talebi ve arz talep dengesizliği sonucunda pazar fiyatlarındaki artış ve yetiştiricilik yoluyla istenilen zamanda, istenilen nitelikte ve istenilen miktarda talebin karşılanabilmesi gibi nedenlerle giderek daha da cazip hale gelmektedir. Su ürünleri yetiştiricilik sektörü, su ürünlerinin önemli bir hayvansal ve bitkisel protein kaynağı olması, geniş bir istihdam sahası oluşturması ve önemli bir döviz girdisi sağlaması açısından büyük bir sosyoekonomik öneme sahiptir (Doğan, 2003; Gümüş ve Yılmaz, 2011). Türkiye’de, iklim ve su koşullarının su ürünleri yetiştiriciliğine uygun olması sebebiyle yetiştiricilik sektörü; üretilen miktar, yetiştirilebilen tür sayısı ve yetiştiricilik yapılan coğrafik bölge ve ortam bakımından önemli bir gelişim göstermektedir (Çelikkale vd., 1999). Türkiye su ürünleri üretiminin yıllara göre inişli çıkışlı bir seyir izlemesi nedeniyle toplam üretim, 1980 yılında yaklaşık 428 bin ton iken, 2000 yılında 582 bin ton, 2016 yılında yaklaşık 600 bin ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2017). Toplam üretim içinde avcılığın payı düşerken,

yetiştiricilik yoluyla üretim düzenli olarak artış eğilimi göstermektedir. 2000 yılında yetiştiricilik miktarı 79 bin ton iken, 2016 yılında yaklaşık 253 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 1).

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği, 1965-1970’li yıllarda iç su balıkları üretimi ile başlamıştır. Öncelikle sazan üretiminin başladığı ve daha sonra özel işletmeler bazında alabalık işletmelerinin de devreye girdiği kayıtlarda yer almaktadır (Korkut, 2016). 1980’li yıllara kadar alabalık ve sazan kültürüne dayalı olarak devam eden üretimde 1980’li yılların başında doğadan çipura yavruları toplanarak deniz balıkları besisine başlanılmıştır. 1989’lu yıllarda çipura ve levrek yetiştiriciliği yumurtadan itibaren denenmeye ve uygulanmaya başlanmış, kıyıya yakın konumlanmış denizel ağ kafes besisi işletmeleri özellikle Güney Ege’de hızla yayılmıştır (İşgören, 1996). Artan yurt dışı ve yurt içi piyasa talebi, hızlı gelişen teknoloji ve çevre dostu, sürdürülebilir yetiştiricilik için değişen mevzuat ile açık deniz kafes sistemlerine geçilmeye başlanması üretim artışını teşvik etmiştir. Yetiştiriciliğin gelişiminde özellikle 2005 yılından beri Türkiye’de yetiştiricilik üretimine yapılan mali ve kredi desteklerinin de önemli katkısı olmuştur (İmga, 2008; Babaoğlu ve Emiroğlu, 2016).

Tablo 1. Türkiye su ürünleri üretimi (TÜİK, 2017)

Table 1. Fisheries production of Turkey (TÜİK, 2017)

Yıllar	AVCILIK (ton)			YETİŞTİRİCİLİK (ton)			TOPLAM (ton)
	Deniz	İçsu	Toplam	Deniz	İçsu	Toplam	
2000	460 521	42 824	503 345	35.646	43.385	79.031	582.376
2001	484 410	43 323	527 733	29.730	37.514	67.244	594.977
2002	522 744	43 938	566 682	26.868	34.297	61.165	627.847
2003	463 074	44 698	507 772	39.726	40.217	79.943	587.715
2004	504 897	45 585	550 482	49.895	44.115	94.010	644.492
2005	380 381	46 115	426 496	69.673	48.604	118.277	544.773
2006	488 966	44 082	533 048	72.249	56.694	128.943	661.991
2007	589 129	43 321	632.450	80.840	59.033	139.873	772.323
2008	453 113	41 011	494.124	85.629	66.557	152.186	646.310
2009	425 275	39 187	464.462	82.481	76.248	158.729	623.191
2010	445 680	40 259	485.939	88.573	78.568	167.141	653.080
2011	477 658	37 097	514.755	88.344	100.446	188.790	703.545
2012	396 322	36 120	432.442	100.853	111.557	212.410	644.852
2013	339 047	35 074	374.121	110.375	123.019	233.394	607.515
2014	266 078	36 134	302.212	126.894	108.239	235.133	537.345
2015	397 731	34 176	431.907	138.879	101.455	240.334	672.241
2016	301 464	33 856	335.320	151.794	101.601	253.395	588.715

Tüm canlıların kültüründe olduğu gibi su ürünleri yetiştiriciliğinde de en önemli konulardan biri beslemedir. Besin maddeleri canlıların yaşamsal faaliyetlerini belirleyen en önemli etkidir. Yetiştiriciliği yapılan türün cinsine, yaşına ve yetiştirildiği ortama göre besin talepleri değişmektedir. Gerek yetiştiricilik ile üretim miktarının giderek artması gerekse yetiştiricilik alanına yeni türlerin eklenmesi, talep edilen yemin de nicelik ve nitelik yönünden zenginleştirilmesini teşvik etmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli girdi kaleminin yem olması ve üretim maliyetinin % 40-60'lık bölümünü yem giderinin oluşturması, yem sektörünü su ürünleri yetiştiriciliği açısından çok önemli bir konuma taşımaktadır. Mevcut yem tesisleri, hızla gelişen sektörün suni yem talebini karşılamak için 1980'li yıllardan itibaren karma yem sanayisi kapsamındaki portföyde suni balık yemi üretimine de yer vermeye başlamıştır. Bu kapsamda başlangıçta sadece toz ve pelet yem üretilirken dünyada gelişen teknolojiler takip edilerek zamanla ekstrüde balık yemi üretimi yapılmaya başlanmıştır (Ertekin ve Haşımoğlu, 2007). Sayısı yükselen su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinin artan üretim kapasiteleri ile birlikte yem taleplerinin artması, su ürünleri yem sanayisinin gelişimini desteklemeye devam etmektedir.

Tablo 2. 1999-2016 yılları arasında su ürünleri yetiştiriciliği ve balık yemi üretim miktarları (GKGM, 2017; TÜİK, 2017)

Table 2. Aquaculture and fish feed production quantities by years between 1999-2016 (GKGM, 2017; TÜİK, 2017)

Yıllar	Su ürünleri yetiştiricilik üretimi (Ton)	Balık yemi üretimi (Ton)
1999	60023	38415
2000	79031	40646
2001	67241	39396
2002	61165	35368
2003	79943	52260
2004	94010	64414
2005	119177	55058
2006	129073	70153
2007	140021	164611
2008	152260	159152
2009	158762	171514
2010	167141	184810
2011	188790	239273
2012	212410	300022
2013	233394	355387
2014	235133	355571
2015	240334	375476
2016	253394	461099

İlk olarak balık yemi üretimi gerçekleştiren fabrika, 1977 yılında Bilecik'te kurulan Bilyemtaş'dır. Daha sonraki yıllarda İzmir'de Pınar Yem, Denizli'de Abaloğlu Yem ve Muğla'da Köyceğiz yem fabrikaları üretime başlamıştır. 1999'da yetiştiricilik yoluyla üretim yaklaşık 60 bin ton, balık yemi üretimi 38.000 ton iken 2015 yılında, su ürünleri yetiştiricilik üretimi 240 bin ton, balık yemi üretimi ise 375.000 ton olarak gerçekleşmiştir (Tablo 2). 1999-2016 yılları arasında su ürünleri yetiştiricilik miktarı yaklaşık 4,5 kat artarken, balık yemi üretimi yaklaşık 12 kat artış göstermiştir.

MATERYAL VE METOT

Türkiye'de üretim yapan toplam 23 adet balık yemi işletmesinin (GTHB, 2017) %70'ini oluşturan, 30 bin ton ve altı balık yemi üretimi yapan 16 adet işletme, araştırmanın ana kitlesi olarak seçilmiştir. Araştırma kapsamına alınan işletmelerin yöneticileri ile telefon görüşmesi yapılarak işletmelerin mevcut üretim miktarı, üretim profili ve sorunlarına ilişkin anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Yem sektörü ve su ürünleri yetiştiriciliğine ilişkin ikincil veriler konuyla ilgili kuruluşlardan, yerli ve yabancı yayınlardan ve ilgili istatistik raporlardan temin edilmiştir. Su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarları ile su ürünleri yem sanayi üretiminin gelişimi arasındaki ilişki, korelasyon analizi ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. 1999-2016 yılları arasındaki 18 yıllık su ürünleri yetiştiricilik ve balık yemi tarihsel üretim verilerinden yararlanılarak gelecek beş yıl içinde ilgili sektörlerin üretim miktarları Box-Jenkins veya diğer adıyla özbağımsal tümlüşük hareketli ortalama (ARIMA) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Ekonometrik çalışmalarda zaman serilerini modellemenin temel yöntemlerinden olan ARIMA, zaman serilerini kendi geçmiş değerleri ve olasılıksal hata terimi ile açıklamaktadır. ARIMA modeli geleceğe ilişkin istatistiksel tahmin yapılabilen otoregresif süreçlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

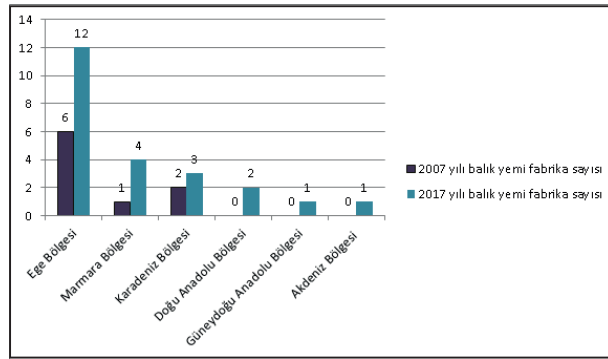
Elde edilen verilerin analizinde Microsoft Excel ve SPSS v.24 paket programları kullanılmıştır.

BULGULAR

Türkiye genelinde balık yemi üreten fabrika sayısı 2007 yılında 10 adet iken 2017 yılında 23 adede ulaşarak 10 yıl içinde % 130 artış göstermiştir (GTHB, 2017). 2007 yılında 7 ilde kurulu olan balık yemi fabrikalarına, 2017 yılında Antalya, Elazığ, Manisa, Gaziantep, Sakarya, Tekirdağ ve Trabzon illerinde kurulan fabrikalar da eklenerek toplam 14 ilde balık yemi üretimi gerçekleştirilmiştir (Tablo 3).

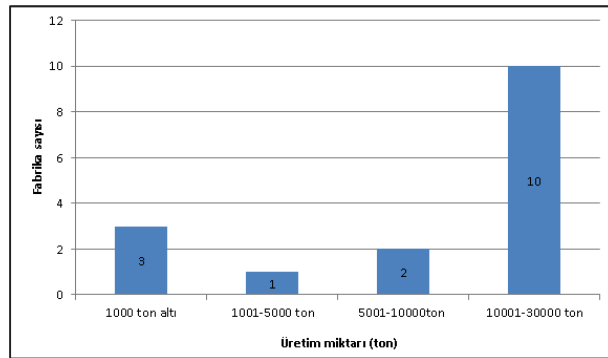
Bölgesel dağılım bakımından incelendiğinde 2017 yılında Ege Bölgesi 12 işletme ile birinci sırada yer alırken, Marmara Bölgesi 4 işletme ile ikinci sırada, Karadeniz Bölgesi 3 işletme ile üçüncü sırada yer almaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde 2 işletme,

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi'nde 1'er işletme yer bulunmaktadır. 2007 yılına göre karşılaştırıldığında geçen 10 yıllık sürede Ege, Marmara, Karadeniz bölgelerinde balık yemi üreten fabrika sayılarında artış görülmektedir. Bunun yanında 2007 yılında Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde balık yemi üreten fabrikalar bulunmazken 2017 yılında bu bölgelerde faaliyet gösteren 4 yeni fabrika kurulmuştur (Şekil 1).



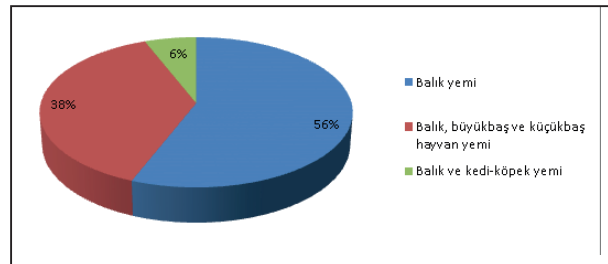
Şekil 1. Balık yemi üreten fabrikaların 2007 ve 2017 yıllarında coğrafi bölgelere göre dağılımı

Figure 1. Geographical distribution of fish feed producing factories by years between 2007-2017



Şekil 2. Üretim miktarlarına göre balık yemi üreten fabrika sayıları

Figure 2. Production quantities of fish feed producing factories



Şekil 3. Yem fabrikalarının ürettiği yem grupları

Figure 3. Feed categories of feed producing factories

Araştırma kapsamına alınan 16 işletmeden % 63'ünün 2017 yılı üretim miktarının 10001 ton ile 30000 ton arasında olduğu saptanmıştır. En fazla fabrika sayısı da bu üretim miktarı diliminde yer almaktadır (Şekil 2).

Araştırma kapsamındaki işletmelerin % 56'sının sadece balık yemi ürettiği, % 38'inin balık yemi ile beraber büyükbaş ve küçükbaş hayvan yemi de ürettiği saptanmıştır (Şekil 3).

Araştırma kapsamında sadece balık yemi üreten işletmelerin tamamında yem üretimlerinin % 50'sinin deniz balığı, % 50'sinin iç su balığı yem üretimi olduğu bildirilmiştir. Araştırma kapsamındaki tüm yem tesislerinin % 19'luk kısmı entegre işletme konumunda olup kendi balık üretimleri için yem üretimi yaptıklarını ifade etmiştir. Yem firması yöneticilerinin % 70'i yem hammaddelerinin fiyatlarının yüksek olduğunu belirtmiştir. Araştırma kapsamındaki firma yöneticilerinin hepsi balık yem sanayiinin gelişimini sürdüreceği görüşündedir.

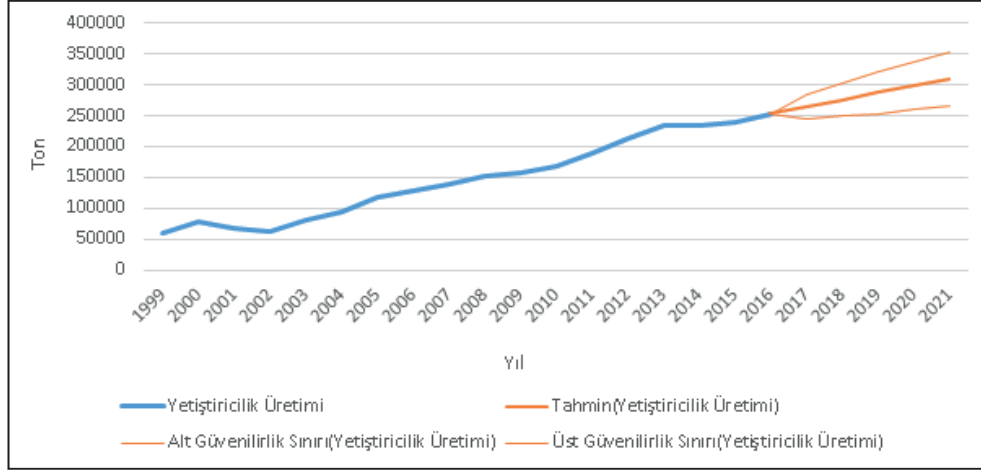
Su ürünleri yetiştiricilik üretiminin 1999-2016 yılları arasındaki 18 yıllık değerleri esas alınarak yapılan üretim miktarı öngörüsüne göre 2021 yılında 310268 tona ulaşması beklenirken (Şekil 4), yem üretiminin ise 2021 yılında 585418 tona ulaşması beklenmektedir (Şekil 5).

1999 ile 2016 yılları arasındaki 18 yıllık üretim miktarları değerlendirildiğinde su ürünleri üretimi ile balık yemi üretimi arasında pozitif yönlü ve güçlü bir ilişkinin olduğu görülmektedir ($p=0,969$).

Tablo 3. 2007 ve 2017 yıllarında illere göre balık yemi üretimi yapan fabrika sayıları

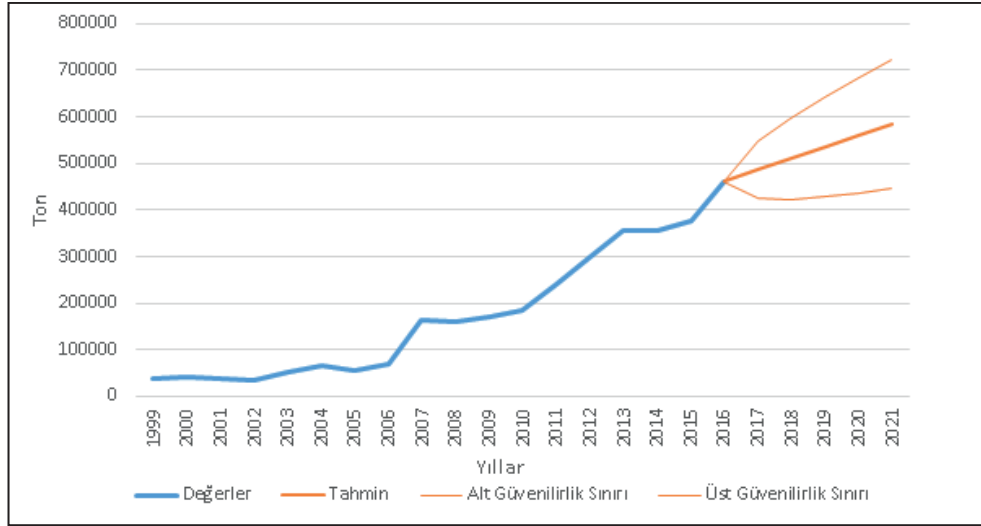
Table 3. Fish feed producing factory numbers of provinces by years between 2007-2017

İLLER	2007	2017
İzmir	3	5
Bilecik	1	2
Kayseri	1	-
Muğla	2	4
Sinop	1	1
Samsun	1	1
Antalya	-	1
Aydın	1	2
Elazığ	-	2
Manisa	-	1
Gaziantep	-	1
Sakarya	-	1
Tekirdağ	-	1
Trabzon	-	1



Şekil 4. 1999-2021 su ürünleri yetiştiricilik üretim miktarı

Figure 4. Fisheries production quantity by years between 1999-2021



Şekil 5. 1999-2021 balık yemi üretim miktarları

Figure 5. Fish feed production quantities by years between 1999-2021

TARTIŞMA VE SONUÇ

Canlının sağlıklı şekilde yaşayabilmesi, büyüebilmesi, üreyebilmesi için beslenmesi gerekmektedir. Özellikle talep edilen türde, istenilen zamanda, istenilen miktarda ve istenilen nitelikte ürünü pazara sunabilmek için yetiştiriciliği yapılan türün yaşına uygun ve kaliteli olan balık yemine ihtiyaç duyulmaktadır. Su ürünleri yetiştiricilik sektörünün ilerlemesinde yem sanayisinin gelişimi, balık yemi sanayisinin gelişiminde de su ürünleri yetiştiricilik sektörünün ilerlemesi oldukça önemlidir.

Türkiye’de hızla büyüyen su ürünleri yetiştiricilik sektörü, su ürünleri yem sanayisinin gelişimini motive etmekte, balık yemi üretim miktarı da su ürünleri

yetiştiriciliği üretim miktarı ile doğru orantılı olarak artış göstermektedir ($p=0,969$). Türkiye’de 2000 yılında su ürünleri yetiştiriciliği üretim miktarı 79000 tonlarda iken balık yemi üretimi yaklaşık 41000 ton olarak kaydedilmiştir. Su ürünleri yetiştiricilik üretimi yıllara göre hızla artış göstererek 2015 yılında 240000 tonlara ulaşmış bu artışla doğru orantılı olarak balık yemi üretim miktarı da 375000 tonlara yükselmiştir.

Trend analizleri sonucunda önümüzdeki yıllarda, su ürünleri yetiştiricilik miktarının artmaya devam edeceği öngörülmüştür. 1999 yılında yaklaşık 60000 ton olan yetiştiricilik üretimi 2021 yılında yaklaşık 310300 tona ulaşabileceği tahmin edilmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğine bağlı olarak ise yem miktarına olan talebin artması ve yem sanayisinin gelişmesi

beklenilmektedir. Balık yemine talebin artışı; balık unu ve yağı gibi hayvansal kökenli hammadde gereksinimini arttırmanın yanında; mısır, soya, arpa, buğday, ayçiçeği, kanola gibi bitkisel hammadde gereksinimini de arttırmaktadır. Karakuş (2012), karma yem sektörünün en önemli sorununun, ülkemiz bitkisel üretiminin, karma yem sanayisi ihtiyacına yetmemesi olarak bildirmiştir. Balık yemi için gerekli bitkisel kökenli hammaddeler ve en önemli hammadde olan balık unundaki açıklar ithalat yolu ile temin edilmektedir. 2000 yılında 31000 ton olan balık unu ithalatı, 2015 yılında 79000 ton olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2017).

Yıldırım (2008), çalışmada Türkiye’de balık yemi üretimi yapan fabrika sayısını 15 olarak belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada ise; 2017 yılı için 22 adet balık yem fabrikası olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, Türkiye’de yem sanayisinin ne kadar hızlı geliştiğinin önemli bir göstergesidir.

İşletmelerin bölgesel dağılımı, 2015 yılında Ege Bölgesi’nde % 60, Marmara Bölgesi’nde % 8, Karadeniz Bölgesi’nde % 12 olarak bildirilmiştir (Korkut vd., 2017). Yapılan bu çalışmada ise fabrikaların % 54’ünün Ege

Bölgesi’nde, % 18’inin Marmara Bölgesi’nde, % 13’ünün Karadeniz Bölgesi’nde yer aldığı tespit edilmiştir. Balık yem fabrikalarının %50’sinden fazlasının Ege Bölgesi’nde yer alması, bu bölgedeki su ürünleri yetiştiricilik tesislerinin yoğun olmasından kaynaklanabilmektedir. Türkiye’deki balık yemi işletmelerinin % 70’i, 30 bin ton ve altında üretim gerçekleştirmektedir. Araştırma kapsamındaki 30 bin ton ve altı balık yemi üretimi gerçekleştiren işletmelerin %63’ünün üretim miktarının 10 bin ton ile 30 bin ton arasında olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamındaki işletmelerin % 56’sının sadece balık yemi üreten olması sektörün gelişimi açısından oldukça sevindiricidir. Balık üretiminin hızla artacağı ve buna bağlı olarak balık yemlerinde de artış olacağı pek çok çalışmada bildirilmektedir. Günümüzde balık yemi yapımında özellikle dışa bağımlı olarak üretim gerçekleştirilmektedir. Hammaddelerin ve katkı maddesi olarak kullanılan pek çok maddenin ithal olması, balık yemlerinden optimal koşullarda yararlanılması konusunu ön plana çekmektedir. Kısaca her bir yem tanesinden maksimum oranda yararlanılması önemlidir ve bu durum gerek üreticiler gerekse ülke ekonomisi için büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Babaoğlu, A.Ö., & Emiroğlu, D.İ. (2016). Assessment of Turkish mariculture enterprises within the context of European Union harmonization process. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(4), 321-328. DOI:10.12714/egejfas.2016.33.4.03
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., & Okumuş, İ. (1999). Türkiye su ürünleri sektörü. İstanbul: *İstanbul Ticaret Odası Yayınları*. Yayın No:1999-2, 414 p.
- Doğan, K. (2003). Ülkemizin akuakültür potansiyeli. *Deniz ve Balıkçılık, Aylık Sektörel İhtisas Dergisi*, 3(10-12), Kısım I-II.
- Erteken, A., & Hasımoğlu, A. (2007). Ülkemizde balık yemi teknolojisinin gelişimi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 2007 (2).
- GKGM (2017). Doğal ve kontrol için veriler 2015 (Türkçe). Alıntılanma adresi: <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/GKGM.pdf> (13.05.2017)
- GTHB (2017). Balık yemi üreten işletmeler. Alıntılanma adresi: <http://www.tarim.gov.tr/Konu/1311/Balik-Yemi-Ureten-Yem-Fabrikalari> (25.04.2017)
- Gümüş, E., & Yılmaz, S. (2011). Antalya İli’nde su ürünleri yetiştiricilik sektörü ve pazarlama durumu. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1), 15-31.
- İmga, K. (2008). Avrupa Birliği’nde balıkçılık faaliyetlerinin desteklenmesi ve bu perspektifte Türkiye’deki uygulamaların incelenmesi. Alıntılanma adresi: <http://www.tarim.gov.tr/ABDGM/Belgeler/%C4%B0DAR%C4%B0%20%C4%B0%C5%9ELER/uzmanl%C4%B1k%20Tezleri/KursadTez.pdf> (14.07.2016)
- İşgören, D. (1996). Güney Ege’de çipura ve levrek işletmelerinde ekonomik optimizasyon, verimlilik ve arttırıcı önlemler (Doctora tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir. 101s.
- Karakuş, M. Ü. (2012). Türkiye’de karma yem üretimi ve sorunları. Alıntılanma adresi: http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/aa903e40952a84b_ek.pdf (14.10.2018)
- Korkut, A. Y. (2016). *Balık yemi ve sektörün projeksiyonu*. IV. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Çalıştayı, Antalya.
- Korkut, A. Y., Kop, A., Saygı, H., Göktepe, Ç., Yedek, Y., & Kalkan, T. (2017). General evaluation of fish feed production in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(1), 223-229. DOI:10.4194/1303-2712-v17_1_25
- TÜİK (2017). Su ürünleri üretim miktarları. Türkiye İstatistik Kurumu. Alıntılanma adresi: <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (26.04.2017)
- Yıldırım, Ö. (2008). Aquafeed industry in Turkey: its aquafeed projections towards the year 2015. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8(1), 93-98.

SHORT COMMUNICATION

KISA ARAŞTIRMA

On the occurrence of a lessepsian immigrant *Scomberomorus commerson* (Scombridae) in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey)

Bir lesepsiyeen göçmen *Scomberomorus commerson*'un (Scombridae) İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi, Türkiye) bulunuşu üzerine

Okan Akyol^{1*} • Zafer Tosunoğlu²

¹Ege University Faculty of Fisheries, 35440 Urla, Izmir, Turkey  <https://orcid.org/0000-0001-7738-2156>

²Ege University Faculty of Fisheries, 35440 Urla, Izmir, Turkey  <https://orcid.org/0000-0002-1168-9611>

*Corresponding author: okan.akyol@ege.edu.tr

Received date: 31.10.2018

Accepted date: 16.01.2018

How to cite this paper:

Akyol, O. & Tosunoğlu, Z. (2019). On the occurrence of a lessepsian immigrant *Scomberomorus commerson* (Scombridae) in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 81-84.
DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.10

Abstract: This paper reports the presence of *Scomberomorus commerson* in the Turkish Aegean Sea. A specimen, measuring 840 mm in TL, was captured off Gediz River Delta, Izmir Bay in the northern Aegean Sea on 06 October 2018. This short note contributes to the ichthyofaunal richness of the northern Aegean Sea, while presenting a new record of *S. commerson* in Izmir Bay.

Keywords: Lessepsian species, record, Izmir Bay, Aegean Sea

Öz: Bu makale Türk Ege Denizi'nde *Scomberomorus commerson*'un bulunuşunu rapor etmektedir. 840 mm total boyda ölçülmüş bir birey, 6 Ekim 2018 tarihinde Kuzey Ege Denizi'nde Gediz Deltası (İzmir Körfezi) açıklarından yakalanmıştır. Bu kısa not *S. commerson*'un İzmir Körfezi'nde yeni bir kaydını sunarken, kuzey Ege Denizi'nin de ihtiyofaunal zenginliğine katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lessepsiyeen tür, kayıt, İzmir Körfezi, Ege Denizi

INTRODUCTION

Narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson* (Lacepède, 1800) is a pelagic, highly migratory fish that usually hunts solitary and often swims in shallow water along coastal slopes. It feeds on mainly on schooling fishes such as anchovies, clupeids, carangids, also squids and shrimps. Maximum length is 240 cm FL, common length is 120 cm TL, and it reaches sexual maturity at 65 cm (Golani et al., 2006; Froese and Pauly, 2018).

S. commerson spreads originally throughout the Indo-Pacific from the Red Sea and South Africa to Australia and Fiji. It is immigrant to the eastern Mediterranean Sea via the Suez Canal where it can be found westward to at least Tunisia (Golani et al., 2006; Collette et al., 2011; Froese and Pauly, 2018).

In the Mediterranean, *S. commerson* firstly recorded

in Palestine (Hornell, 1935), while has been known from Mersin and Iskenderun Bays, Turkey since 1981 (Gücü et al., 1994). Other successive records were shown in Table 1. This short note contributes to the ichthyofaunal richness of the northern Aegean Sea, while presenting a new record of *S. commerson* in Izmir Bay.

MATERIAL AND METHODS

On 06 October 2018, a specimen of *Scomberomorus commerson*, measuring 840 mm TL (Figure 1) was captured by a commercial purse-seiner targeting sardine off Gediz River Delta, Izmir Bay, northern Aegean Sea (coordinates: 38°33'41"N - 26°46'23"E) at a depth of 35 m (Figure 2). The specimen was fixed with 5% formaldehyde solution and deposited in the ichthyological collection of Ege University, Fisheries Faculty and received the following catalog number: ESFM-PIS/2018-08.

Table 1. Records of *Scomberomorus commerson* in the Mediterranean Sea

Location	Coordinates Lat. N - Lon. E	Depth (m)	Record Date	Number collected	Size, TL (mm)	References
Coasts of Israel	?	?	1971	3	360-460	Ben-Tuvia (1971)
Coasts of Lebanon	?	?	1970s	1	460 [†]	Ben-Tuvia (1978)
Mersin/Iskenderun Bays	?	?	1981	2	?	Gücü et al. (1994)
Iskenderun Bay	?	?	1991-1994	2	501-550	Torcu and Mater (2000)
Güllük/Gökova Bays	?	?	Nov.-Dec.1994	70	520-870	Buhan et al. (1997)
Iskenderun Bay	?	15-25	Dec.1994-Nov.1996	1	557	Başusta and Erdem (2000)
Alexandria, Egypt	30°05' - 31°15'	?	Nov.1999-Jan.2001	178	40-600	Bakhoun (2007)
Gökova Bay	?	?	2000-2001	1	1130	Öğretmen et al. (2005)
Yeşilova Bay	?	15-25	2002-2004	1 [†]	?	Oz et al. (2007)
off Kelibia, Tunisia	36°52' - 11°10'	46	16 Oct.2004	1	312	Ben Souissi et al. (2006)
off Rhodes, Greece	?	12-14	31 March 2008	1	1020	Corsini-Foka and Kalogirou (2008)
Benghazi, Libya	?	5-70	Aug.2010-Oct.2013	99	234-1400	Elbaraasi (2014)
Izmir Bay	38°33' - 26°46'	35	06 Oct. 2018	1	840	This study

[†]underwater observation; [‡]SL



Figure 1. Narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson* (ref. ESFM-PIS/2018-08), captured from Izmir Bay, NE Aegean Sea (photo: O. Akyol)

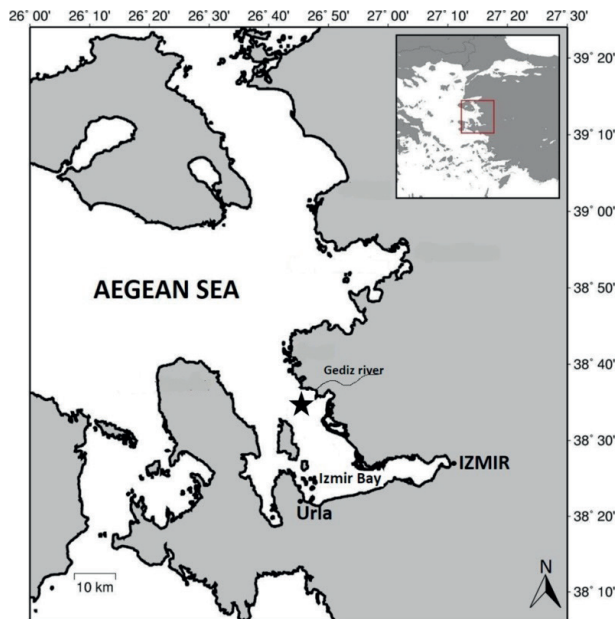


Figure 2. Map of sampling area: black star indicates the capture site of *Scomberomorus commerson* in Izmir Bay, Aegean Sea

RESULTS AND DISCUSSION

Description, measurements and percent in total length (Table 2), recorded of the specimen are in total accordance with Buhan et al., (1997), Golani et al. (2006) and Froese and Pauly (2018).

Since the early 1970s, *S. commerson* has become established in the eastern Mediterranean Sea, including Israel and Lebanon records. Gücü et al. (1994) collected two specimens from Mersin coasts in 1981, and apparently, this was the first record for the Turkish seas. Then, the species reached to from Gökova and Güllük Bays (Turkey) in 1994 (Buhan et al., 1997) to Tunisia in 2004 and Rhodes Island in 2008 (Ben Souissi et al., 2006; Corsini-Foka and Kalogirou, 2008).

Though *S. commerson* is known by some fishermen and some divers from Izmir (I. Temiztepe and A. Özgül, pers. comm.), no specimen has been recorded up to now. The sampled fish was captured beneath an illuminated boat of purse-seiners, targeting sardine and anchovy. On the other hand, one of the places

Table 2. Morphometric measurements in mm and as the percentage of total length (%TL) and counts recorded in *Scomberomorus commerson*, captured from Izmir Bay, Aegean Sea

Reference Measurements	ESFM-PIS/2018-08 mm	%TL
Total length	840	100.0
Fork length	732	87.1
Standard length	700	83.3
Predorsal fin length	160	19.0
Prepectoral fin length	155	18.5
Pre-anal fin length	385	45.8
Head length	148	17.6
Eye diameter	19	2.3
Preorbital length	57	6.8
Interorbital length	49	5.8
Counts		
Dorsal fin rays	XVI+16+10 finlets	
Anal fin rays	18+10 finlets	
Pectoral fin rays	21	
Ventral fin rays	I+5	
Total body weight in gram	3153	

where most shrimp is caught in Izmir Bay is the Gediz Delta region. Obviously, the fish has come to the boat, illuminated with strong light, for feeding on sardine, anchovy and shrimp. As a matter of fact the main diet preference of the *S. commerson* is anchovy, shrimps and sardine (Bakhroum, 2007). In conclusion, intermittently records show that *S. commerson* is still a rare species throughout the Mediterranean, even if it occasionally concentrates in large schools. On the other hand, this ichthyologic note presents the fish goes to northern latitudes step-by-step.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank captain and crew of purse-seiner "Afala", and TUBITAK project (no: 118O317).

REFERENCES

- Bakhroum, S.A. (2007). Diet overlap of immigrant narrow-barred Spanish mackerel *Scomberomorus commerson* (Lac., 1802) and the largehead hairtail ribbonfish *Trichiurus lepturus* (L., 1758) in the Egyptian Mediterranean coast. *Animal Biodiversity and Conservation*, 30(2), 147–160.
- Başusta, N. & Erdem, Ü. (2000). A study on the pelagic and demersal fishes of Iskenderun Bay. *Turkish Journal of Zoology*, 24 (Suppl.), 1-19.
- Ben Souissi, J., Golani, D., Mejri, H., Zaouali, J. & Capapé, C. (2006). On the occurrence of *Scomberomorus commerson* Lacepède, 1800 (Osteichthyes: Scombridae) off Northern Tunisia (Central Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 47, 215-218.
- Ben-Tuvia, A. (1971). Revised list of the Mediterranean fishes of Israel.

- Israel Journal of Zoology, 20, 1-39.
DOI: [10.1080/00212210.1971.10688323](https://doi.org/10.1080/00212210.1971.10688323)
- Ben-Tuvia, A. (1978). Immigration of fishes through the Suez Canal. *Fishery Bulletin*, 76, 249-255.
- Buhan, E., Yılmaz, H., Morkan, Y., Büke, E. & Yüksek, A. (1997). A new potential catch for Güllük Bay and Gökova Bay: *Scomberomorus commerson* (Lacepède, 1800) (Pisces: Teleostei). Akdeniz Balıkçılık Kongresi, Bildiri Kitabı, 9-11 Nisan, İzmir, pp. 937-944. (in Turkish).
- Corsini-Foka, M. & Kalogirou, S. (2008). On the finding of the Indo-Pacific fish *Scomberomorus commerson* in Rhodes (Greece). *Mediterranean Marine Science*, 9(1), 167-172.
DOI: [10.12681/mms.147](https://doi.org/10.12681/mms.147)
- Collette, B., Chang, S.-K., Di Natale, A., Fox, W., Juan Jorda, M., Miyabe, N., & Nelson, R. (2011). *Scomberomorus commerson*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T170316A6745396.
DOI: [0.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170316A6745396.en](https://doi.org/0.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170316A6745396.en)
- Elbaraasi, H. (2014). Length-weight relationships for five Lessepsian fish species from the coast of Benghazi, Libya (Southern Mediterranean). *Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3(3), 178-180.
DOI: [10.11648/j.aff.20140303.16](https://doi.org/10.11648/j.aff.20140303.16)
- Froese, R. & Pauly, D. (2018). FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from <http://www.fishbase.org>
- Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. (2006). The Fishes of the Eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation, Publication No. 24. Istanbul, 259 pp.
- Gücü, A.C., Bingel, F., Avsar, D., & Uysal, N. (1994). Distribution and occurrence of Red Sea fish on the Turkish Mediterranean coast-northern Cilician basin. *Acta Adriatica*, 34(1/2), 103-113.
- Hornell, J. (1935). *Report on the Fisheries of Palestine*. Government of Palestine. Crown Agent for the Colonies, London. 106 pp.
- Öğretmen, F., Yılmaz F. & Torcu Koç, H. (2005). An investigation on fishes of Gökova Bay (Southern Aegean Sea). *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 19-36.
- Öz, I., Okuş, E. & Yüksek, A. (2007). Notes on the erythrean alien fishes of Datça-Bozburun Peninsula - a specially protected area in the south eastern Aegean Sea (Turkey). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 38, pp. 563.
- Torcu, H. & Mater, S. (2000). Lessepsian fishes spreading along the coasts of the Mediterranean and the southern Aegean Sea of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 24, 139-148.

A blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) individual with partial albino: A case report

Kısmi albinolu bir mavi yengeç (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) bireyi: Bir vaka raporu

Akın Türker İlkayaz^{1*} • Zafer Tosunoğlu²

¹ Department of Fishing Technology, Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Turkey  <https://orcid.org/0000-0003-2650-3223>

² Department of Fishing Technology, Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Turkey  <https://orcid.org/0000-0002-1168-9611>

*Corresponding author: ilkayaza@gmail.com

Received date: 07.09.2018

Accepted date: 19.10.2018

How to cite this paper:

İlkayaz, A. T. & Tosunoğlu, Z. (2019). A blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) individual with partial albino: A case report. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 85-86. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.11

Abstract: In this study, a partial albino finding of a blue crab specimen sampled in Köyceğiz Lagoon (Muğla, Turkey) is presented. The carapace part of the individual was in normal colour and pseudo-albinism was observed in most of the extremities of the specimen.

Keywords: Partial albinism, pseudo-albinism, Köyceğiz, Aegean Sea

Öz: Bu çalışmada, Köyceğiz Dalyanı'nda (Muğla, Türkiye) örneklenen bir mavi yengeç bireyinde gözlenen kısmi albinoluk bulguları sunulmuştur. Bireyin karapaks kısmı normal renginde olup bireyin ekstremitelerinin büyük kısmında yalancı-albinoluk gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kısmi albinizm, yalancı-albinoluk, Köyceğiz, Ege Denizi

INTRODUCTION

Natural habitat of blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896) is western Atlantic from Nova Scotia (Canada) to Rio de la Plata (Argentina). The species introduced in the eastern Atlantic, North Sea, Mediterranean Sea, Adriatic Sea, Black Sea and Indo-Pacific (Palomares and Pauly, 2018). In addition to it is an exotic species for Turkey that was first sampled in 1959 (Holthuis, 1961). Blue crab is a benthopelagic and omnivore species, and it can lives both freshwater and brackish. The species lives at depths between 0 and 90 m however, it usually prefers the depth range from 0 to 35 m (Palomares and Pauly, 2018).

The species is commercial and production takes place in the Aegean Sea and the Mediterranean. According to the last decade years statistics, the annual production quantity is 16.6±8.0 (±SE) tons (TÜİK, 2009; TÜİK, 2017).

The purpose of this study is to report the partial albino observed in a blue crab. Although such a partial albino cases have been previously reported

(Gowanloch, 1952; Sims and Joyce, 1965; Williams, 1974) such case is reported for the first time from Turkey.

MATERIAL AND METHODS

The blue crab specimen was sampled on 12 September 2017 by DALKO Lagoon Fishery Cooperative (Köyceğiz, Muğla, Turkey) (36°54'58.7"N 28°39'23.9"E). The individual was caught with a crab trap in an area with 2-3 m depth and a sandy and muddy bottom. The sample is fixed in a 4% formaldehyde solution and stored at the Ege University Fisheries Faculty Museum with ESFM-MAL/2017-9 registration number.

RESULTS AND DISCUSSION

It was determined that the individual is female, the carapace width of the individual is 201.39 mm and the total weight is 307.19 g. The morphological characteristics and color pattern is accordance with Williams (1974).

On the right side of the individual; all parts except dactyl parts of the swimming leg and the tip of the cheliped' fixed finger and dactyl were albino. On the left side of the individual; all of the third leg, the merus part of the first leg, the coxa and propodus parts of the swimming leg, and the dactyl parts of the second and fourth legs were pseudo-albinism. It was determined that the carapace part of the individual had normal colours (Figure 1).

It is known that the color difference between these individuals is related to the sexual dimorphism and molt cycle (Williams, 1974). However, the situation observed in this individual does not originate from these reasons. The albinism observed in the crabs – partially or wholly white – reported as sporadic (Hogarth, 1982). Similarly, albinism and partial albinism found in blue crab species have previously been reported in scientific literature and these individuals are kept in the museum (Gowanloch, 1952; Sims and Joyce, 1965). General assumption is that albinism seen in crabs is similar to that seen in humans, due to the absence of pigment and is genetically determined (Hogarth, 1982). According to Hogarth (1982), both assumptions are questionable.

In this study, partial albinism findings of a blue crab individual are presented. Since there is no scientific evidence to explain the cause of the partial albinism observed in the individual, it is not known whether this is an individual's pigment deficiency, genetic origin, or both.

ACKNOWLEDGEMENTS

The present study was sponsored by Ege University Scientific Research Project fund (BAP project no 16-

SÜF-010). We would like to thank Arif YALILI, who is the chief of DALKO Fisheries Cooperative, for his assistance and its related members.



Figure 1. Dorsal and ventral views of the specimen (Photo: A. T. İlkyaz)

REFERENCES

- Gowanloch, J.N. (1952). The Louisiana crab fishery. *Louisiana Conservationist*, 4(9-10), 6-9.
- Hogarth, P.J. (1982). "Albinism" in Crabs (Decapoda, Brachyura). *Crustaceana*, 43(2), 200-201. DOI: [10.1163/156854082X00533](https://doi.org/10.1163/156854082X00533)
- Holthuis L.B. (1961). *Report on a collection of Crustacea Decapoda and Stomatopoda from Turkey and the Balkans*. Netherlands: Brill.
- Palomares, M.L.D., & Pauly, D. (2018). SeaLifeBase. World Wide Web electronic publication 2018. www.sealifebase.org, version (02/2018)
- Sims, H.W., & Joyce, E.A. (1965). Partial albinism in a blue crab. *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences*, 28, 373-374.
- TÜİK (2009). *Fisheries Statistic 2008*. Turkish Statistical Institute Printing Division, Ankara, Turkey.
- TÜİK (2017). *Fisheries Statistic 2016*. Turkish Statistical Institute, Ankara, Available at http://www.tuik.gov.tr/HbGetir.do?id=27669&tb_id=3 (03.08.2018).
- Williams, A.B. (1974). The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *Fishery Bulletin*, 72(3), 685-798.

Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinde yemlerin çevreye etkisinin azaltılması

Reducing the impact of feeds on the environment in sustainable aquaculture

İsmail Berat Çantaş¹ • Önder Yıldırım^{2*}

¹ Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Muğla/Turkey  <https://orcid.org/0000-0002-2074-4985>

² Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Muğla/Turkey  <https://orcid.org/0000-0003-2591-0310>

*Corresponding author: onderyildirim@mu.edu.tr

Received date: 10.07.2018

Accepted date: 11.01.2018

How to cite this paper:

Çantaş, İ. B. & Yıldırım, Ö. (2019). Reducing the impact of feeds on the environment in sustainable aquaculture. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 87-97. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.12

Öz: Sürdürülebilir yetiştiricilik çevresel, sosyal, ekonomik ve estetik faktörlerin bütünleşmesi ile meydana gelmektedir. Yetiştiriciliğin çevreye olan etkisinde beslemenin etkileri yadsınamaz. Çevresel etkilerin başında sisteme verilen yem ve yemin oluşturduğu besin maddelerinin yükü gelmektedir. Bu besinlerin yükünü yem içeriğinde bulunan azot ve fosfor oluşturmaktadır. Azot ve fosforun yetiştiricilik yapılan ortamda normal değerlerin üzerinde birikmesi ötrofikasyon ve algal patlamalar gibi olaylara neden olabilmekte ve bu durum yetiştiricilik ortamındaki yaşamı olumsuz etkileyebilmektedir. Balık yemlerinden kaynaklı çevresel etkilerin azaltılması sürdürülebilir yetiştiriciliğe önemli katkı sağlamaktadır. Yemden en verimli şekilde yararlanıp çevre dostu yem formülasyonların geliştirilmesi çevreye salınan azot ve fosfor miktarını azalarak yetiştiriciliğin yem kaynaklı çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir. Yemin daha verimli kullanılarak sindirilebilirliğinin artırılması ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu amaca hizmet etmek üzere son yıllarda yemlere enzim eklenmesinin başarılı olduğu birçok çalışmada görülmüştür. Özellikle fitaz enzimi ilavesi ile fosfor sindirilebilirliği artmakta suya salınan fosfor miktarları da düşmektedir. Bu konuda entegre multi trofik akuakültür sistemler, akuaponik sistemler gibi alternatif üretim formülleri ve izleme sistemlerinin geliştirilmesi ile bu yükün faydalı bir şekilde kullanılması ve izlenilmesi sağlanabilir. Bu derlemede sürdürülebilir yetiştiricilikte yemlerin çevresel etkileri ve bu çevresel etkilerin azaltılması için neler yapılabileceği konusu ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir yetiştiricilik, çevresel etkiler, ötrofikasyon, nütrient birikimi

Abstract: Sustainable aquaculture consists of environmental, social, economic and aesthetic factors. The most important environmental impacts are the feed given to the system, and the nutrient load arising from the feed and undeniable impact of aquaculture. This nutrient load consists of nitrogen and phosphorus, which are basically found in feeds. Nitrogen and phosphorus accumulation in the system can cause events such as eutrophication and algal blooms in the environment and this may be negatively affecting the life in the environment. Sustainable aquaculture can be achieved by reducing the environmental impacts arising from the feeding. The environmental impacts of the aquaculture arising from the feeding can be reduced by using the feed in the most efficient way and by reducing the amount of nitrogen and phosphorus release to the environment together with the development of environmentally friendly feed formulations. Many studies have shown that the addition of enzymes to feeds has been successful for more efficient use of the feeds and increasing digestibility. Especially thanks to the addition of phytase enzyme, the phosphorus digestibility increases and the amount of phosphorus released into the water decreases. In addition, this load arising from the feed can be advantageously used and monitored with alternative production formulas for example, with integrated multi-trophic aquaculture systems and aquaponic systems. In this compilation, environmental effects of the feeds in sustainable aquaculture and what can be done to reduce these environmental effects are discussed.

Keywords: Sustainable aquaculture, environmental effects, eutrophication, nutrient accumulation

GİRİŞ

Besinsel içeriği, kolay bulunabilmesi ve ekonomik olması su ürünlerini diğer gıdalara göre daha avantajlı bir konumda tutmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütüne göre, su ürünleri yetiştiriciliği sektörü gıda üretim sektörleri arasında en hızlı büyüyen sektör olarak değerlendirilmektedir.

FAO verilerine göre 2016 yılında tüm dünyada yetiştiricilik yoluyla 80 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretim miktarının 51.3 milyon tonu iç sularda, 28.7 milyon tonu ise denizlerde yapılan yetiştiricilikten elde edilmiştir. Dünya çapında kişi başına yıllık su ürünleri tüketim miktarı ortalama 20 kg'dır (FAO, 2018).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2018) verilerine göre ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği giderek artış göstermektedir. 2000 yılında 79.031 ton, 2005 yılında 118.277 ton, 2010 yılında 167.141 ton ve 2016 yılında 253.395 ton su ürünleri yetiştiriciliğinden üretim gerçekleştirilmiştir. 2016 yılında en fazla yetiştirilen türler ise 107.013 ton ile Gökkuşluğu alabalığı, 80.847 ton levrek ile ve 58.254 ton ile çipura olmuştur.

Dünya karma yem üretimi 1 milyar tona ulaşmış olup, bunun içinde 40-45 milyon tonluk su ürünleri yemi bulunmaktadır. Ülkemizde balık yetiştiriciliğinin sağlanması için 350.000-400.000 ton balık yemi üretimi gerçekleştirilmektedir (Yıldırım, 2016).

Sürdürülebilir yetiştiricilik; ekosistemi koruyarak, dengeli bir şekilde kullanmak ve çevrenin kalitesini bozmadan değerlendirmektir. Su ürünleri yetiştiricilik sektörünün, global gıda güvenliğine, beslenme problemlerinin iyileşmesine, çevreye en az etki-topluma maksimum fayda ile ekonomik gelişme katkısı sağlaması beklenmektedir (Yavuzcan vd. 2010). Su ürünleri yetiştiriciliği, diğer tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi, yer aldığı ekosistem üzerinde bir etkiye sahiptir.

Yetiştiriciliğin çevreye olan etkisi

Akuakültürdeki ürün atıkları çevreyi olumsuz yönde etkileyebilir. Entansif yetiştiricilikte yem verildiği zaman partikül halindeki organik atıklar (yenilmeyen yemler ve dışkılar) ve çözünebilir (dışkılar) ortamda birikmeye başlar ve akabinde biyokimyasal oksijen ihtiyacını artırır ve yetiştiricilik ortamındaki çözünmüş nitrat ve fosfatı yükseltir. Toplam nitrojen ve karbon solungaçlarda süzülür %50 oranında suya geri verilir. Benzer biçimde %50 oranında fosfor da denize geri salınır (White, 2013). Yetiştiriciliğin çevreye etkileri Şekil 1'de özetlenmeye çalışılmıştır.

Düşük yem kalitesi ve kötü besleme stratejileri ağ kafes sistemlerinde en büyük kirlletici etmenler

olarak gözükmektedir. Ortamda balıklar tarafından yenmeyen besin maddeleri birikim gösterirler ya da değişime uğrarlar. Ortamdaki besin maddelerinin kirlletici sayılması için ekosistemin taşıma kapasitesine ve maddelerin konsantrasyon limitlerine bağlıdır. Tatlı sularda fosfor algal üretimi etkileyen besin maddelerinin başında gelmektedir. Denizel sistemlerde ise azot aynı durumu göstermektedir. Bu besin maddeleri ortama partikül ve çözünmüş halde salınmaktadır (White, 2013).

Kafeslerde sediment oluşumu balık ve kültürü yapılan diğer organizmaların yem ve dışkılarından gelen yüksek organik yüklerin birikimi ile oluşmaktadır. Fakat sedimentasyon oranı türe, yem tipine, yem yönetimine, akıntı ve derinliğe bağlı olarak değişmektedir. (Porchas ve Cordova, 2012).

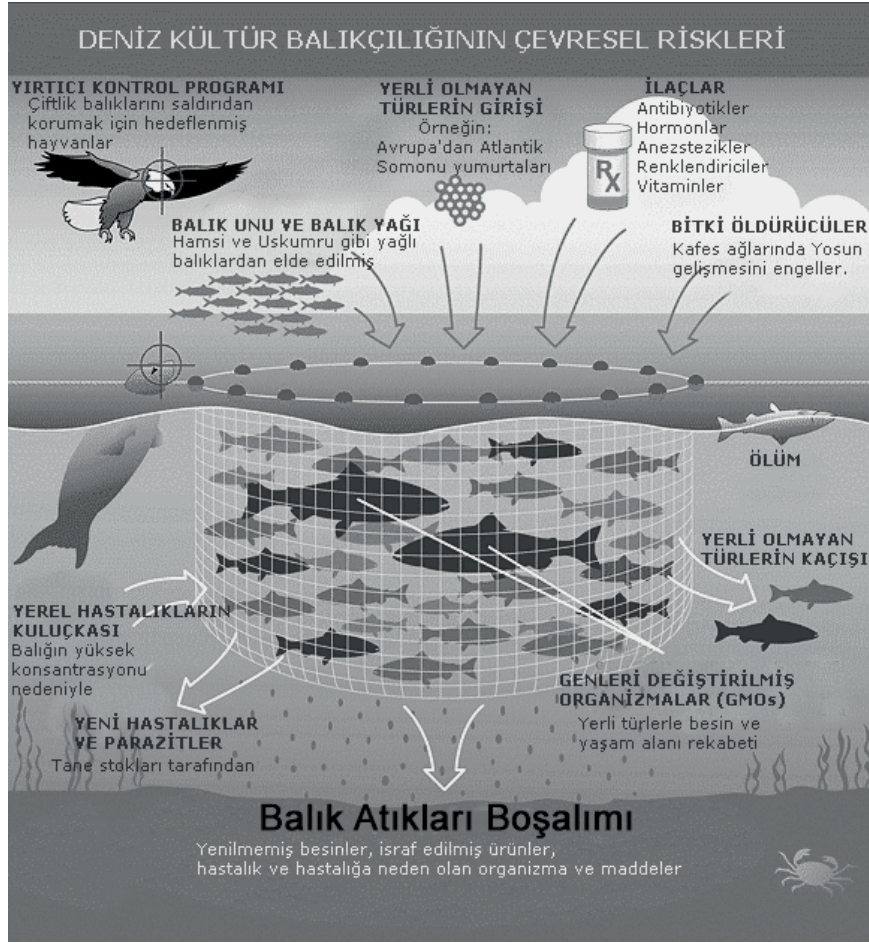
Balık çiftlikleri yakınlarındaki sucül ortamlarda sediment oluşumu ve besin maddesi zenginleşmesinin sedimente olan etkileri üstüne birçok bilimsel çalışma mevcuttur (Islam, 2005; Cao vd. 2007; Diana 2009; Hixson, 2013; White, 2013; Topçu ve Pulatsu, 2017; Pulatsu vd. 2017) Aşırı miktarda yem ve balık dışkısının çiftliklerden deşarjı ve birikimleri sonucu, besin maddeleri tekrar çözünme ve değişime uğrama gibi kimyasal süreçlere maruz kalırlar. Nitrojen, fosfor ve organik maddenin yükselmesi suyu ve sedimenti zenginleştirir. Balık çiftliğinin ürettiği atık miktarı; stoklama yoğunluğu, yemleme rejimi ve yemleme oranına göre değişir, bu üç faktör ne kadar yem kullanıldığını tayin etmemize yaramaktadır.

Balık çiftliklerinden çıkan yemler ve dışkılar en baskın besin yüklerinden biridir (Beveridge 2004, Belle ve Nash 2008, Holmer vd. 2008). Çiftliklerden meydana gelen besin yükleri balığın boyutuna, kafes miktarına, stok yoğunluğuna, kullanılan yem tipine ve çiftlik yönetimine bağlı olarak değişmektedir (Holmer vd. 2010). Balığın hasat boyuna gelmesi için fazla yem gerekmektedir. Büyük çiftlikler fazla kafes sayılarıyla daha fazla nütrient üretmektedirler (Price vd. 2013).

Yemlerin çevreye olumsuz etkileri

Katı atıklar, çözünmeyen katı parçacıklar genellikle dışkılar ve yenilmeyen yemlerdir. Sistemde çözündükleri zaman oksijen yetersizliğine ve amonyak toksisitesine sebep olurlar. (Price vd. 2013).

Kıyasal sulardaki ötrofikasyon su kolonundaki nütrient zenginleşmesi ve nütrientlerin sedimentten tekrar sucül ortama karışması sonucu meydana gelmektedir. Çeşitli çalışmalarda balık çiftliklerinden sedimente salınan nitrojen ve fosfor miktarının her ton balık üretimi için 20-463 kg azot ve 5-80 kg fosfor arasında olduğu görülmektedir (Wu 1995, Islam 2005). Bu geniş farkın yetiştiriciliği yapılan türe, yem



Şekil 1. Kültür balıkçılığının çevresel riskleri (Bahtiyar, 2018)

Figure 1. Environmental risks of aquaculture (Bahtiyar, 2018)

kaynağına ve uygulamalara göre değiştiği tahmin edilmektedir (Price ve Morris 2013). Farklı akuakültür tipleri ve türlerinde azot ve fosfor yükleri Tablo 1’de verilmiştir.

Azotun her ne kadar başlı başına nütrient miktarını arttırdığı düşünülse de fosfor da birincil üretimde nütrient birikimine katkısı olduğu bilinmektedir (Cloern 2001, Nordvarg ve Hakanson 2002). Fosforun artması da algal patlamalara ve ötrofikasyona neden olmaktadır. Denizel kafes kültürlerinde yenmeyen yemler, balık dışkıları ve fosfattan gelen metabolik atıkların fosfor kaynağı olduğu tanımlanmaktadır. (Cole, 2002; Nash vd. 2005; Huntington vd. 2006; IUCN, 2007; Holmer vd. 2008; Tett, 2008).

Ağ kafeslerin etkileri

Ağ kafes kültürü birçok ülkede türe, çiftliğin boyutuna, yere, kullanılan teknolojiye göre değişken olmakla beraber, iyi bir yönetim uygulamasına ihtiyaç

duyar. Bu durum karlılığı artırırken üretimin daha yararlı olmasını ve çevreye etkinin düşmesine neden olacaktır. İlk olarak kurulacak yerin en uygun alanda seçilmesidir. İkinci adım ise kullanılacak teknolojinin uygun derinlik, hava koşulları, akıntı, altyapı ve diğer faktörlere uyumlu olmasıdır. Ağ kafes yetiştiriciliği yönetimi üretimin kontrolü, optimal büyüme ve iyi çevresel şartları hedeflemektedir (Breaten, 2007). Tüm yetiştiricilik uygulamalarında çevreye olan etki hesaplanmalı bu etkiler minimuma indirilmesi amaçlanarak sürdürülebilir bir yetiştiricilik amaçlanmaktadır.

Kafeslerdeki oksijen seviyesi balıkların yaşama ve büyümesi için hayati bir önem arz etmektedir. Kafesin kurulduğu yerdeki akıntı ve su hareketleri problemleri çözmenin en iyi yollarındandır. Tatlı sularda akıntı hızının düşük olması, su derinliği ve hareketin az olmasından dolayı daha fazla problem olmaktadır. Ağ kafesler günümüzde açık denizlere kurulduğundan rüzgar, akıntı ve su değişimi ile ilgili herhangi bir sorun

yaşanmamakta, düşük oksijen ve sedimentasyona bağlı olumsuzluklara rastlanmamaktadır (Breaten, 2007).

Ağ kafes kültüründe yemlerden gelen partiküller ve tozlar bulanıklıktaki iki temel kaynağı oluşturmaktadır (Hargrave, 2003; IUCN, 2007). Oluşan biyofouling durumu da geçici de olsa bir bulanıklık oluşturarak su berraklığını etkileyebilir. (Hargrave 2003, Alston vd. 2005). Genel olarak yüksek akıntı miktarı balık çiftliklerindeki bulanıklığı minimize edecektir. Akıntı oranları suda meydana gelen gelgit ve mevsimsel değişikliklerle beraber farklılık gösterebilir (Tanaka ve Kodama 2007). Sudaki akıntı miktarının düşmesi yemlerin ve atıkların bulanıklığı arttırmasına neden olabilir. Yükselen turbidite düşük ışık alımı nedeniyle

fitoplankton üretimini etkileyebilir (Harrison vd. 2005) ve bu durum da bentik akuatik canlıların fotosentez yapmasını engelleyebilir (Cole 2002). Işığın kısıtlı olması mercanlar ve deniz yosunu yatakları gibi kritik habitatlar için önemlidir (Price ve Morris, 2013).

Machias vd. 2004 ve Machias vd. 2005'e göre nispeten nütrient oranı düşük sularda ve buralarda çiftliklerin bulunması suyun taşıma kapasitesini düşüreceğinden endişe etmektedir. Kafeslerin yoğun olduğu ve kafeslerdeki balık sayısının fazla olduğu yerlerde akuakültür taleplerine göre suyun taşıma kapasitesi aşılmaktadır (Beveridge vd. 2004). Farklı türlere ait azot ve fosfor boşaltımları **tablo 2**'de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı akuakültür sistem ve türlerinde azot ve fosfor yükleri (De silva et al. 2010)
Table 1. Nitrogen and phosphorus loadings in different aquaculture species and types (De silva et al. 2010)

Tür	Kültür Sistemi	Yem Tipi	Boşaltım kg/t		Çalışma
N	P				
Çipura	Kafes	Ticari	102,9	17,8	Lupatsch ve Kissil 1998
Gökkuşluğu Alabalığı	Kafes,beton havuz	Ticari	47,3-71,1	6,5-24,2	Ingram, 1999, Bureau vd. 2003
Orfoz (<i>Epinephelus areoltus</i>)	Kafes	Iskarta Balık	321		Leung vd. 1999
Aynalı Sazan	Havuz	Çeşitli	30,9-86,0	8,5-26,4	Watanabe vd. 1999,
Silver perch (<i>Bidyanus bidyanus</i>)	Havuz,kafes	Ticari	130	14,4-28,8	Gooley vd. 2000,2001
Kanal Kedi Balığı (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Havuz,kafes		120-160	25-35	Guo ve Li 2003, Guo vd. 2009
Orkinos (<i>Thunnus maccoyii</i>)	Kafes	Balık	260-502		Fernondesda vd. 2007
Çizgili kedi balığı (<i>Pangasiano-don hypophthalmus</i>)	Havuz	Ticari	46,0	14,4	De silva vd. 2010
Çizgili kedi balığı (<i>Pangasiano-don hypophthalmus</i>)	Havuz	Çiftlik yapımı	46,8	26,6	De silva vd. 2010

Tablo 2. Ağ kafeslerde Çipura-Levrek azot ve fosfor yükleri (Piedecausa et al, 2010)
Table 2. Nitrogen and phosphorus loadings in seabass and seabream cage culture (Piedecausa et al, 2010)

Değerler (%)	Çipura (<i>Sparus aurata</i>)	Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)
Ortalama Ağırlık (Birey)(g)	12	12
FCR	1,5	1,5
Protein	46,0	53,7
Yağ	11,5	21,3
Azot	7,36	8,59
Fosfor	1,41	1,50
Azot Sindirilebilirliği	82,8	96,7
Fosfor Sindirilebilirliği	47,8	55,5

Toprak havuz sistemlerinin etkisi

Toprak havuz sistemlerinde bitkiler büyüdüğünde ve yüksek yem girişi olduğundan da su kalitesi düşmektedir (Islam, 2005). Birçok çalışma nitrojen, fosfor ve organik yükle dolu suyun iyileştirilmesi yollarını ararken bazı gelişmiş ülkelerde bile bu su direkt boşaltılmaktadır. (Boyd, 2003). İyileştirme seçeneklerinden biri ıstıdyelerin çıkış sularını temizlemesi, yosunlar ve diğer bitkilerin nütrientler için biyofiltre olarak kullanılmasıdır. Entansif sistemlerdeki ötrofikasyonun ekstansif ya da yarı-entansif sistemlere göre daha fazla olduğu görülmüştür. (Beveridge vd. 2004). Birçok durumda çıkış suyunun kalitesinin alınandan daha kötü durumda olduğu görülürken, bazı durumlarda iyileştirilen suyun kalitesinin alınandan daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Diana, 2009).

Yemlerin çevreye etkilerini nasıl azaltabiliriz ?

Bu etkiler çiftliklerin derinlikleri fazla, akıntıları yüksek dip zeminin değişken olduğu yerlerin üstüne kurulmasıyla önenebilir. Bunun sonucunda organik maddenin çiftlikten uzakta yer alması sağlanacak, nütrientlerin çözünme ve değişime uğraması için yayılması sağlanacaktır. Bunlar yapılırken çiftliklerdeki kafeslerden aşağıya doğru inen yenmeyen yemler ve balık dışkıları dikkate alınarak kurulduğu yerdeki nütrient zenginleşmesine ve sedimentasyona hassas habitatların olmadığı alanlara seçilmelidir. Bazı organik materyallerin özellikle büyüme periyodunun sonlarına doğru birikim miktarının pik yapacağı beklenmektedir. Derin yerlere kurulan çiftliklerdeki sürekli ve kesintili organik artıkların bentik yapıda daha az sediment oluşturduğu görülmektedir. Bazı alanlarda da çiftliklerden boşalan artıkların yerel deniz organizmaları için besin maddesi olarak kullanıldığı bilinmektedir (Price vd. 2013).

Besleme stratejisi

Doğru yem miktarı, uygun yemleme süresi ve sıklığı ile yüksek olan yem dönüşüm oranları düşürülebilir ve geliştirebilir. Düşük yem kalitesi ve besleme stratejisi çevreye etki eden faktörlerin başında gelmektedir. Tüketilen yemler bir dizi metabolik reaksiyonlar verir bunların sonucundan amonyum, fosfor ve karbondioksit oluşumu ötrofikasyonu tetikler (Cao, 2007). Yemin fazla olması fekal artıklara göre enerji içeriği ve bozulma oranına çevreye daha fazla zarar vermektedir (White, 2013). Partikül organik maddeler dağılır ve batarlar bu durum da toksisite ve oksijen yetmezliğine sebebiyet verir (Hixson, 2014). Yetiştiricilikte aşırı besleme yüzünden yüklü miktarda nütrient kültür ortamına ve doğaya girerek birikim yapmaktadır.

Yem kalitesi ve yemden yararlanma

Yem maliyeti yetiştiricilikte toplam maliyetinin

%60'ına kadar önemli bir yer kaplamaktadır. Balık besleme planlaması ile üreticiler balıklarını nasıl besleyecekleri ve bunun kayda değer bir etkisinin firmalarında çevresel ve ekonomik bir sürdürülebilirlik oluşturmasını amaçlamaktadır. Yemleme yönetimi rasyon, yemin boyutu ve dağılımı, yemin alınma zamanı ve yemleme sıklığı ve yemleme süresi ile ilgilidir. En önemli indikatörlerden biri büyüme oranı ve yem dönüşüm oranı (FCR)'dır ve faktörlerin her biri yemin çevresel etkisini göz önüne sermektedir (White, 2013).

Akuakültürün ilgilendiği konuların başında yemin rasyonunun ihtiyaçları karşılaması optimum büyüme oranı ve FCR'ı yakalamasıdır. Ayrıca türe ve mevsime bağlı olarak gerekli olan enerjiyi sağlamasıdır. Yetiştiricilik yapanlar bu faktörlerin tamamını göz önüne alarak ekonomik ve çevresel beslenme stratejisi geliştirmelidir (White, 2013).

Sindirilebilirliği, yemden yararlanmayı ve yemleme uygulamalarını iyileştirmedeki amaç atıkların oranını azaltmaktır (Hixson, 2014). Türe ve mevsime bağlı gerekli olan enerjiyi sağlamalıdır. Bugün halen nütrient birikimi gerçekleşmekteyken bunun sebebi kötü yem uygulamaları yerine yoğun yetiştiricilikten olduğu bilinmektedir. (Islam, 2005). Yetersiz beslenme ve besinsel dengesizlikler balıktaki büyüme performansını düşürür. Yem katkı maddeleri kullanılarak fosforun biyolojik olarak kullanılması sağlanabilir, sindirilebilirliği arttırılabilir ve diğer besin maddelerin kullanımı sağlanabilir (Hixson, 2014).

Yem formülasyonu ve balık performansı

Düşük maliyetli, canlılığın refahı için gerekli olan ihtiyaçlarını sağladığı, çevreye etkisi düşük, türe ve besleme protokollerine göre yem formülasyonları hazırlanmalıdır (Diana, 2009). Kafeste yetiştirilen balıklarla toprak havuzlarda yetiştirilen balıkların türü aynı olsa da besinsel ihtiyaçları değişmektedir (Cao vd. 2007). Efektif yem formülasyonunda optimum protein/ enerji seviyesinin belirlenmesi en hayati noktadır. Optimal yem formülasyon seviyelerin tespit edilmesi maksimum büyüme için önemlidir (White, 2013).

Yem kompozisyonu ve FCR üretilen atık miktarını etkilemektedir (White, 2013). Yüksek yağ içerikli, düşük karbonhidrat ve protein içerikli yemlerin geliştirilmesi ve sindirilebilirliğin arttırılması atık üretimini azaltacaktır (Price vd. 2013). Yemler yüksek sindirilebilirlik oranlı, düşük azot içerikli ve besinsel protein oranı daha az nütrient salımını çevreye minimize edecek ve akuakültürün sürdürülebilirliğini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (White, 2013).

Yemleme yönetimi

Akuakültürel yem yönetimi yetiştiricinin balıklarını doğru şekilde nasıl besleyeceğini ve bunun sonucunda

çevresel ve ekonomik bir sürdürülebilirlik oluşturmayı amaçlamaktadır. Yemleme yönetimi; Rasyon, Yemin boyutu ve dağılımı, Yemin alınma zamanı, Yemleme sıklığı, Yemleme süresi ile ilgilidir (White, 2013).

Birçok uzman günlük yemleme tablolarına, deneyimlere ve balığa verilen günlük yem miktarına göre hareket etmektedir. Rasyonlar deneme ortamında balığın yemi sürekli kabul edeceği baz alınarak yapılmaktadır (Koca vd., 2011). Üreticiler balığın gün be gün takip etmeli ve buna göre bir yemleme stratejisi geliştirmelidir (White, 2013).

Yetersiz besleme; yem verimini, büyümeyi düşürürken rekabeti artırır ve balıkların birbirine zarar vermesine yol açabilir. Aşırı besleme ise yem verimini düşürür ve ortamda yem kirlenmesine neden olur (White, 2013).

Çevreye etkinin azaltılmasında alternatif yöntemler

Yemlerin çevreye etkisinin azaltılmasında yaşam alanı değerlendirilmesi metodu ile etkilerin tespiti yapılabilir, çevreye dost yem formülasyonları hazırlanarak yemlerin çevreye olan etkisi azaltılabilir, akuaponik ve entegre multi tropik sistemler kullanılarak sistemlerdeki fazla nütrientin başka türler tarafından kullanılması sağlanarak böylece yetiştiriciliğin çevreye olan etkisi düşürülebilir.

Yaşam alanı değerlendirilmesi (Life cycle assessment)

Besin üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğin tespiti için yaygın olarak yaşam döngüsü değerlendirilmesi kullanılmaktadır. İçerisinde birden fazla indikatör barındırır. Enerji kullanımı (üretilen kilogram başına et için ölçülen kilojoule), sera gazı emisyonu (kilogram başına karşılık karbondioksit), ötrofikasyon potansiyeli (her kilograma karşılık gram fosfat miktarı), su kullanımı (her kilograma karşılık litre) ve yer kullanımı (kilograma karşılık m²) (Abdou vd., 2007).

Tüm bu parametrelerin toplamında bir üretim sisteminin belirli periyotlardaki çevreye olan etkisi ve enerji gereksinimi hesaplanabilmektedir. Bu da kontrol açısından oldukça uygun bir sistem olmakla beraber sürdürülebilir yetiştiricilik açısından oldukça uygun bir model oluşturmaktadır.

Entegre Multi-Tropik Akuakültür Sistemler (IMTA)

Entegre multi tropik akuakültür sistemleri (IMTA, Integrated Multi-Trophic Aquaculture System) balıkla beraber omurgasız ya da bitki yetiştiriciliği çevreye olan

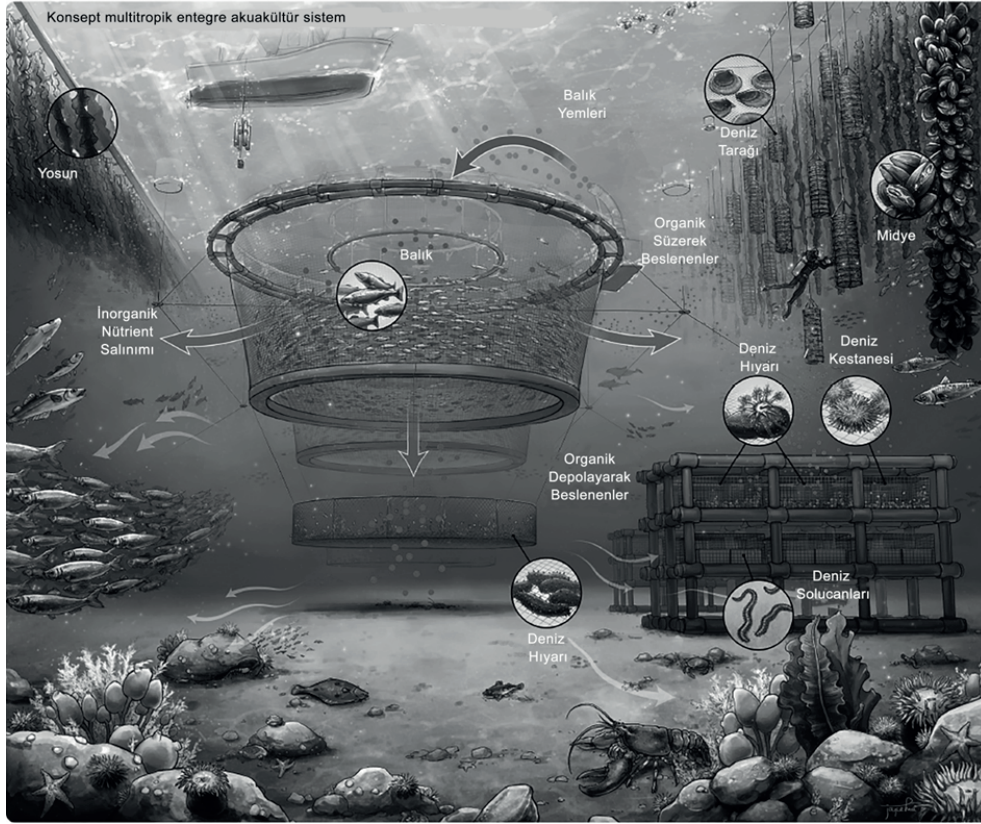
etkiyi azaltırken yemin maksimum olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Hixson, 2014). IMTA en umut vaat eden ve yenilikçi bir atık yönetim modeli ve üretim verimini artırıcı olarak kullanılmaktadır (Hixson, 2014). IMTA sistemi doğadaki modeli taklit ederek, organik atıkları düşürmekte, birinin atığı diğerine besin kaynağı olarak kullanılmaktadır, bunun sonucunda organik parçacık miktarı azalmakta, ve diğer üretim tesisleri de yararlanmaktadır. (Cranford vd. 2013). Yapılan bir çalışmaya göre salmonun yemi ve fekesi mavi midye (*mytilus edulis*) ve deniz hıyarı için gerekli olan besinsel ihtiyacı karşılamaktadır (Wang et al 2013). Ayrıca fekesin içindeki EPA ve DHA bazı fitoplanktonlardaki değerlerle karşılanabilir düzeyde olduğu görülmüştür (George,E ve Parish, C. 2013). Konsept bir entegre multi tropik akuakültür sistemi şeklinde verilmiştir. Örnek bir sistem Şekil 2'de verilmiştir. Çoklu türlerin üretim sistemi gelecekte verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından daha iyi geliştirilmeli ve optimize edilmelidir.

Çevreye dost yem formülasyonları

Besinsel stratejiler ile balığın büyümesini ve üretimi etkilemeden yem katkı maddeleri kullanılarak fosforun biyolojik olarak kullanılması sağlanabilir, sindirilebilirliği artırılabilir ve diğer besin maddelerin kullanımı sağlanabilir. (White, 2013). Yemler yüksek sindirilebilirlik oranlı, düşük azot içerikli ve besinsel protein oranı daha az nütrient salımları çevreye minimize edecek ve akuakültürün sürdürülebilirliğini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır (Hixson, 2014). Geçtiğimiz yıllarda yem kalitesi yem katkı maddelerinden mikrobiyal fitaz yardımıyla fosfordan biyolojik olarak yararlanılmış ve nitrojen düşük konsantrasyonlarda tutulmuştur. (Cripps ve Bergheim 2000, Cao vd. 2007).

Bu durum balık tarafından üretilen dışkının azalmasına ve akuakültür ortamına daha az fosfor salınımına yardımcı olmuştur. Birçok çalışmada balık unu kullanımının düşmesi büyüme oranlarını ve et kalitesini etkilemediği görülmüştür. (Mente vd. 2006, Cao vd. 2007). Pelet bütünlüğünün iyileştirilmesi ve yavaşça düşmesinin sağlanması yem kayıplarını azaltacaktır. Yemlerin sindirilebilirliğin artırılması atık üretimini azaltacaktır. Yem kalitesi ve yem kaynaklı kirlilik ilişkisi birçok raporda sunulmuştur. (Cripps ve Bergheim 2000). Çevreye dost yem formülasyonları ile hazırlanmış çalışmalarda protein sindirilebilirlik oranları Tablo 3'te, fosfor sindirilebilirlik oranları ise Tablo 4'te görülmektedir.

Yapılan bazı çalışmalardaki çevreye dost yem formülasyonları kullanılarak elde edilen yemde ve dışkıda toplam fosfor miktarı Tablo 5'te verilmiştir.



Şekil 2. Konsept bir entegre multi tropik akuakültür sistemi (Fisheries ve Oceans Canada, 2018)

Figure 2. A concept of integrated multi-trophic aquaculture system (Fisheries and Oceans Canada, 2018)

Tablo 3. Çevreye dost yem formülasyonlarında protein sindirilebilirlik oranı
Table 3. Protein digestibility rates in enviromental friendly feed ratios

Çalışma	Tür	Yeme Eklenen Hammadde ve Yem Katkıları	Protein Sindirilebilirlik Oranı(%)
Cao vd. (2007)	Nil Tilapyası (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Yemlere Mikrobiyal Fitaz Enzim İlavesi	83.10 ± 0.91-85.27 ± 0.65
Wang vd. (2009)	Gökkuşağı Alabalığı	Sprey ve ön muamele ile fitaz ilavesi	%93.3±0.3-%95.7±0.4(Sprey) %95.1±0.2-%96.7±0.1
Barnes vd. (2012)	Gökkuşağı Alabalığı	Protein kaynağı olarak DDGS kullanımı	%90.8±0.1-%94.0±0.1
N Hlophe-Ginindza vd. (2015)	Mozambik Tilapya(<i>Oreochromis mossambicus</i>)	Kikuyu içerikli yemlere ticari enzim ilavesi	%82.50-%92.50
Ustaoglu Tiril ve Kerim (2015)	Gökkuşağı Alabalığı	Balık unu yerine aspir küspesi	%83.54±0.77-%85.44±0.28
Çantaş ve Yıldırım (2015)	Gökkuşağı Alabalığı	Soya küspesi yerine aspir küspesi + fitaz enzimi	%93,75±0,16-%94,67±0,13

Tablo 4. Çevreye dost yem formülasyonlarında fosfor sindirilebilirlik oranı
Table 4. Phosphorus digestibility rates in enviromental friendly feed ratios

Çalışma	Tür	Yeme Eklenen Hammadde ve Yem Katkıları	Fosfor Sindirilebilirlik Oranı(%)
Biswas vd. (2007)	Mercan (Pagrus major)	Soya unu içerikli yemlere fitaz enzimi ilavesi	%54.3±1.6-%86.9±0.8,
Diler vd. (2012)	Gökkuşaağı Alabalığı	Soya unu içerikli yemlere enzim ilavesi	%74,99-%86,58
Wang vd. (2009)	Gökkuşaağı Alabalığı	Sprey ve ön muamele ile fitaz ilavesi	%49-%77
Liu vd. (2013)	Ot Sazanı	Farklı oranlarda ve farklı yöntemlerle fitaz enzimi ilavesi	%31,99-%93,54
Çantaş ve Yıldırım (2015)	Gökkuşaağı Alabalığı	Soya küspesi yerine aspir küspesi + fitaz enzimi	%77,10±0,32-%84,09±0,33

Tablo 5. Çevreye dost yem formülasyonlarında yemde ve dışkıda toplam fosfor miktarı
Table 5. Total nitrogen and phosphorus in feed and feces in enviromental friendly feed ratios

Çalışma	Tür	Yeme Eklenen Hammadde ve Yem Katkıları	Yemde Toplam Fosfor	Dışkıda Toplam Fosfor
Ayhan vd. (2008)	Çipura	Soya unu içerikli yemlere enzim ilavesi	%1.44±0.02-1.53±0.02	%0.60±0.02-0.85±0.02
Diler vd. (2012)	Gökkuşaağı Alabalığı	Soya unu içerikli yemlere enzim ilavesi	%1.49±0,08-%2,05±0,02	%0,64±0,04-%0,88±0,05
Çantaş ve Yıldırım (2015)	Gökkuşaağı Alabalığı	Soya küspesi yerine aspir küspesi + fitaz enzimi	%1,01±0,04-1,22±0,06	%0,70±0,08-0,97±0,02

SONUÇ

Sürdürülebilirlik yetiştiricilikte yemin çevreye olan etkisini azaltmak, su kaynaklarını korumak ve üretimin verimli olarak devam edilebilmesi için izlenmesi gerekli yollar vardır. Bunlardan en önemlisi yem kaynaklı kirlilikten dolayı yetiştirilen türe ve yetiştiricilik sistemine özel yem kullanmak ve sindirilebilirlik oranını yükseltmektir. Çevreye duyarlı yem formülasyonları geliştirilerek sindirilebilirlik oranı yüksek, protein oranı düşük, bitkisel hammadde içerikli yem formülasyonlarının geliştirilip uygulanması gerekmektedir.

Varolan sistemlere göre alternatif sistemler kullanarak yetiştiricilik sistemin ürettiği nütrientlerin başka bir sistemde kullanılması sağlanarak hem çevresel etkinin azaltılması hem de ekonomik olarak üreticiye ve tüketiciye alternatif sunulması mümkündür. Bu sistemlerden biri bitki ve balığın beraber üretimine olanak sağlayan akuaponik üretim sistemleridir. Diğer bir alternatif yöntem ise entegre multi tropik

akuakültür sistemleridir. Bu sistemde kafeslerden çevreye salınan yem artıkları ve dışkıların başka sucul canlıların üretiminde besin kaynağı olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Bu sistem üretimde çeşitliliği sağlarken çevreye olan etkinin minimize edilmesine olanak sağlamaktadır.

Yetiştiricilik sistemlerin yaşam döngüsü belirleme sistemi kullanılarak üretimden dolayı çevreye oluşan etkilerin periyodik olarak takibi mümkün olmakla beraber çevresel etkinin azaltılmasında oldukça etkili bir yöntemdir.

Sonuç olarak sürdürülebilirlik yetiştiricilikte yemin çevreye olan etkinin azaltılması için üreticinin uygun türe göre yem seçimi yapması, doğru yemleme protokolleri ve formülasyonları kullanması, çiftliğin uygun yere kurulması ayrıca taşıma kapasitesine uygunluğu ve çevreye verdiği etkiyi takip ederek önlemler alması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdou, K., Aubin, J., Romdhane, M.S., Loch, F. & Lasram, F.B.R. (2017). Environmental assessment of seabass (*Dicentrarchus labrax*) and seabream (*Sparus aurata*) farming from a life cycle perspective: A case study of a Tunisian aquaculture farm. *Aquaculture*, 471, 204-212. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.01.019](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.01.019)
- Alston, D.E., Cabarcas, A., Capella, J., Benetti, D.D., Keene- Meltzoff, S., Bonilla, J. & Cortes, R. (2005) Environmental and social impacts of sustainable offshore cage culture production in Puerto Rican waters. Final report to the National Oceanic and Atmospheric Administration, Contract NA16RG1611.
- Ayhan, V. & Diler, İ. (2008). Enzyme supplementation to soybean based Diet in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*): Effects on Growth Parameters and Nitrogen and Phosphorus, Excretion. *The Journal of The Faculty of Veterinary Medicine University of Kafkas*. 14(2), 161-168.
- Bahtiyar, S. (2018). <https://salibahtiyar.tr.gg/K.ue.lt.ue.r-Bal%26%23305%3Bk%E7%26%23305%3Bl%26%23305%3B%26%23287%3B%26%23305%3Bn%26%23305%3Bn-%C7evresel-Riskleri.htm>
- Barnes, M.E, Brown, M.L. & Rosentrater, K.A. (2012). Juvenile rainbow trout responses to diets containing distillers dried grain withsolubles, phytase, and amino acid supplements. *Open Journal of Animal Sciences*, 2(2), 69-77. DOI: [10.4236/ojas.2012.22011](https://doi.org/10.4236/ojas.2012.22011)
- Belle, S.M. & Nash, C.E. (2008). Better management practices for net-pen aquaculture. In: Tucker CS, Hargreaves JA (eds) Environmental best management practices for aquaculture. Blackwell Publishing, Ames, IA, 261–330.
- Beveridge, M. (2004). Cage aquaculture. Blackwell Publishing, Oxford
- Biswas, A.K., Kaku, H., Ji, S.C., Seoka, M. & Takii, K. (2007). Use of Soybean Meal and Phytase for Partial Replacement of Fish Meal in the Diet of Red Sea Bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*. 267, 284-291. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2007.01.014](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.01.014)
- Bouwman, L., Beusen, A., Glibert, P.M. & Overbeek, C. (2013). Mariculture: significant and expanding cause of coastal nutrient enrichment. *Environ Res Lett*. 8: 044026
- Boyd, C.E. (2003). Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*. 226, 101–112. DOI: [10.1016/S0044-8486\(03\)00471-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00471-X)
- Breiten, B.R. (2007). Cage aquaculture and environmental impacts. *Aquacultural engineering and environment*, 49-91
- Bureau, D.P., Gunther, S.J., & Cho, C.Y. (2003). Chemical composition and preliminary theoretical estimates of waste outputs of rainbow trout reared in commercial cage culture operations in Ontario. *North American Journal of Aquaculture*. 65, 33–38. DOI: [10.1577/1548-8454\(2003\)065<0033:CCAPTE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8454(2003)065<0033:CCAPTE>2.0.CO;2)
- Cao, L., Wang, W., Yang, Y., Yang, C., Yuan, C., Xiong, Z. & Diana, J. (2007). Environmental Impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Env Sci Pollut, Res*. 14(7), 452-462. DOI: [10.1065/espr2007.05.426](https://doi.org/10.1065/espr2007.05.426)
- Cole, R. (2002). Impacts of marine farming on wild fish populations. Final Research Report for Ministry of Fisheries Research Project ENV2000/08, Objective One. National Institute of Water and Atmospheric Research. Auckland.
- Cloern, J.E. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar Ecol Prog Ser*. 210, 223–253
- Cranford, P., Reid, G. & Robinson, S. (2013). Open water integrated multi-trophic aquaculture: constraints on the effectiveness of mussels as an organic extractive component. *Aquacult Env Interac*. 4, 163-173. DOI: [10.3354/aei00081](https://doi.org/10.3354/aei00081)
- Cripps, S.J., Bergheim, A. (2000). Solids management and removal for intensive land- based aquaculture production systems. *Aquacultural Engineering*, 22 (2000), pp. 33-56 Çantaş, İ.B. & Yıldırım, Ö. (2015). Farklı Oranlarda Aspir Küspesi ve Mikrobiyal Fitaz Eklenen Yemlerin Gökkuşluğu Alabalığı Balıklarının Büyüme Performansı Üzerine Etkileri. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu
- De Silva, S.S., Ingram, B.A., Nguyen, P.T., Bui, M.T., Gooley, G.J. & Turchini, G.M. (2010). Estimation of nitrogen and phosphorus in effluent from the striped catfish farming sector in the Mekong Delta, Vietnam. *AMBIO*, 39, 504-514
- Diana, J.S. (2009). Aquaculture production and biodiversity conservation. *Bioscience*, 59(1), 27-3. DOI: [10.1525/bio.2009.59.1.7](https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.1.7)
- Diler, İ., Sevgili, H., Arabacı, M. & Emre, Y. (2012) Soya İçerikli Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine İlave Edilen Enzimlerin Büyüme Performansı, Sindirilebilirlik ve Azot-Fosfor İlişkin Çevresel Etkilerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 85, 89-97.
- FAO, 2015. Fishery and Aquaculture Statistics. Food and Agriculture Organization, Roma.
- FAO, 2016. Agriculture Statistics. Food and Agriculture Organization, Roma.
- Fernandes, M., Lauera, P., Cheshire, A., Angovec, M. (2007). Preliminary model of nitrogen loads from southern bluefin tuna aquaculture. *Marine Pollution Bulletin*. 54, 1321–1332. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2007.06.005](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2007.06.005)
- Fisheries and Oceans Canada. (2018). <http://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/sci-res/imta-amti/index-eng.htm>
- George, E.M. and Parrish, C.C. (2013). Output of organic material from land-based juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) tanks. *Aquaculture International*. 21, 157– 176.
- Gooley, G.J., De Silva, S.S., Ingram, B.A., McKinnon, L.J., Gavine, F.M. & Dalton, W. (2001). Cage culture of finfish in Australian lakes and reservoirs—A pilot scale case study of biological, environmental and economic viability. In Reservoir and culture-based fisheries; biology and management. Proceedings of the international workshop held in Bangkok, Thailand from 15–18 February 2000.
- Guo, L. & Li, Z. (2003). Effects of nitrogen and phosphorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yangtze River basin of China. *Aquaculture*. 226, 201–212. DOI: [10.1016/S0044-8486\(03\)00478-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00478-2)
- Guo, L., Li, Z., Xie, P. & Ni, L. (2009). Assessment effects of cage culture on nitrogen and phosphorus dynamics in relation to fallowing in a shallow lake in China. *Aquaculture International*. 17, 229–241. DOI: [10.1007/s10499-008-9195-5](https://doi.org/10.1007/s10499-008-9195-5)
- Hargrave, B.T. (2003). Far-field environmental effects of marine finfish aquaculture. *Can Tech Rep Fish Aquat Sci*. 2450, Vol 1. DFO, Ottawa.
- Harrison, W.G., Perry, T., Li, W.K.W. (2005). Ecosystem indicators of water quality, Part I. Plankton biomass, primary production and nutrient demand. In: Hargrave BT (ed) Environmental effects of marine finfish aquaculture. Handbook of environmental chemistry. Vol 5M. Springer- Verlag, Berlin, p 59–82

- Hixson, S.M. (2014). Fish nutrition and current issues in aquaculture: the balance in providing safe and nutritious seafood, in an environmentally sustainable manner. *J Aquaculture Research and development*, 5(3). DOI: [10.4172/2155-9546.1000234](https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000234)
- Holmer, M., Hansen, P.K., Karakassis, I., Borg, J.A. & Schembri, P. (2008). Monitoring of environmental impacts of marine aquaculture. *Aquaculture in the ecosystem*. 47–85.
- Holmer, M. (2010). Environmental issues of fish farming in offshore waters: perspectives, concerns, and research needs. *Aquacult Environ Interact*. 1, 57–70. DOI: [10.3354/aei00007](https://doi.org/10.3354/aei00007)
- Huntington, T.C., Roberts, H., Cousins, N., Pitta, V. (2006) Some aspects of the environmental impact of aquaculture in sensitive areas. Final report to the Directorate-General Fish and Maritime Affairs of the European Commission. Poseidon Aquatic Resource Management Ltd., Lymington. Available at ec.europa.eu/fisheries/documentation/studies/aquaculture_environment_2006_en.pdf.
- Husa, V., Kutti, T., Ervik, A., Sjøtun, K., Hansen, P.K. & Aure, J. (2014). Regional impact from fin-fish farming in an intensive production area (Hardangerfjord, Norway). *Mar Biol Res*. 10, 241–252. DOI: [10.1080/17451000.2013.810754](https://doi.org/10.1080/17451000.2013.810754)
- Ingram, B.A. (1999). A phosphorus model for trout farming in the Goulburn-Broken catchment. In *Towards best practice in landbased salmonid farming: Options for treatment, re-use and disposal of effluent*. Alexandra, VIC, Australia: Marine and Freshwater Resources Institute. 26–41.
- Islam, M.S. (2005). Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. *Marine Pollution Bulletin*. 50, 48–61. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2004.08.008](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.08.008)
- IUCN (International Union for Conservation of Nature). (2007). Guide for the sustainable development of Mediterranean aquaculture. Interaction between aquaculture and the environment. IUCN, Gland.
- Koca, S.B., Terzioğlu, S., Didinen, B.I. & Yiğit, N.Ö. (2011). Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Çevre Dostu Üretimi. *Ankara Üniversitesi Çevre bilimleri Dergisi*. 3(1), 107-113
- Leung, K.M.Y., Chu, J.C.W. and Wu, R.S.S. (1999). Nitrogen budget for the areolated grouper *Epinephelus areolatus* cultured under laboratory conditions and in open-sea cages. *Marine Ecology Progress Series*. 186, 271–281.
- Liu, L., Luo, Y., Liang, X.F., Wang, W., & Wu J. (2013). Effects of Neutral Phytase Supplementation on Biochemical Parameters in Grass Carp, *Ctenopharyngodon idellus*, and Gibel Carp, *Carassius auratus gibelio*, Fed Different Levels of Monocalcium Phosphate. *Journal Of The World Aquaculture Society*, 44 (1). DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12002>
- Lupatsch, I., & G.W. Kissil. (1998). Predicting aquaculture waste from gilthead seabream (*Sparus aurata*) culture using a nutritional approach. *Aquatic Living Resources*. 11, 265–268. DOI: [10.1016/S0990-7440\(98\)80010-7](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(98)80010-7)
- Machias, A., Karakassis, I., Labropoulou, M., Somarakis, S., Papadopoulou, K.N. & Papaconstantinou, C. (2004). Changes in wild fish assemblages after the establishment of a fish farming zone in an oligotrophic marine ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60, 771–779. DOI: [10.1016/j.ecss.2004.03.014](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.03.014)
- Machias, A., Karakassis, I., Giannoulaki, M., Papadopoulou, K.N., Smith, C.J. & Somarakis, S. (2005). Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Marine Ecology Progress Series*. 288, 241–250.
- Marine Harvest. (2015). Salmon Farming Industry Handbook 2015. June 29, 2015. <http://hugin.info/209/R/1934071/696335.pdf>
- Mente, E., Graham, J.P., Maria, B.S. & Christos, N. (2006). Effect of feed and feeding in the culture of salmonids on the marine aquatic environment: A synthesis for European aquaculture. *Aquacult Int*. 14, 499–522.
- Nash, C.E., Burbridge, P.R. & Volkman, J.K. (2005). Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. NOAA Tech Memo NMFS-NWFSC-71. US Dept of Commerce, NOAA, Seattle, WA.
- Nordvarg, L., Håkanson, L. (2002). Predicting the environmental response of fish farming in coastal areas of the Åland Archipelago (Baltic Sea) using management models for coastal water planning. *Aquaculture*. 206, 217–243
- N Hlophe-Ginindza, S., Moyo, N.A.G., W Ngambi, J. & Ncube, I. (2015). The effect of exogenous enzyme supplementation on growth performance and digestive enzyme activities in *Oreochromis mossambicus* fed kikuyu-based diets. *Aquaculture Research* (2015). 1–11. DOI: [10.1111/are.12828](https://doi.org/10.1111/are.12828)
- Piedecausa, M.A., Aguado-Giménez, F., Garcia Garcia, B. & Trevor, T. (2010) Total ammonia nitrogen leaching from feed pellets used in salmon aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*. 26(1), 16–29. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2009.01352](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01352)
- Porchas, M.M. & Martinez-Cordova, L.R. (2012). World aquaculture: environmental impacts and troubleshooting alternatives. *The Scientific World Journal*. Article ID: 389623 DOI: [10.1100/2012/389623](https://doi.org/10.1100/2012/389623)
- Price, C., Black, K.D., Hargrave, B.T. & Morris, J.R. J.A. (2015). Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquaculture environment interactions*, 6, 151–174. DOI: [10.3354/aei00122](https://doi.org/10.3354/aei00122)
- Pulatsü, S., Doğan, K. & Topçu, A. (2017). Effect of Rainbow Trout Cage Culture on Sediment Phosphorus Release in Almus Dam Lake (Tokat). DOI: [10.21597/jst.2017.141](https://doi.org/10.21597/jst.2017.141)
- Rice, M.A. (2013). Environmental Effects of Shellfish Aquaculture in the Northeast. NRAC Publication No. 105-2008
- Rust, M.B., Amos, K.H., Bagwill, A.L., Dickhoff, W.W., Juarez, L.M., Price, C.S., Morris Jr, J.A. & Rubino, M.C. (2014). Environmental Performance of marine net-pen aquaculture in the united states. *American Fisheries Society*. 39 (11), 508-524. DOI: [10.1080/03632415.2014.966818](https://doi.org/10.1080/03632415.2014.966818)
- Soto, D. & Norambuena, F. (2004). Evaluation of salmon farming effects on marine systems in the inner seas of southern Chile: A large-scale mensurative experiment. *Journal of Applied Ichthyology*. 20, 493–501. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2004.00602.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00602.x)
- Tanaka, K. & Kodama, M. (2007). Effects of resuspended sediments on the environmental changes in the inner part of Ariake Bay, Japan. *Bull Fish Res Agency*. 19, 9–15.
- Taylor, J. F., Preston, A. C., Gut, D. & Migaud, H. (2011). Ploidy effects on hatchery survival deformities and performance in Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 315, 61–68. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2010.11.029](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.029)

- Tett, P. (2008). Fish farm waste in the ecosystem. In: Holmer M, Black K, Duarte CM, Marba N, Karakassis I (eds) *Aquaculture in the ecosystem*. Springer, Dordrecht, p 1–46
- Topçu, A. & Pulatsü, S. (2017). Evaluation Of Some Management Strategies In Eutrophic Mogan Lake, Turkey: Phosphorus Mobility In The Sediment-Water Interface. *Applied Ecology And Environmental Research*, 15(4), 705-717. DOI: [10.15666/Aeer/1504_705717](https://doi.org/10.15666/Aeer/1504_705717)
- Thresher, R., Grewe, P., Patil, J. G., Whyard, S., Templeton, C. M., Chaimongol, A., Hardy, C. M., Hinds, L. A. & Dunham, R. (2009). Development of repressible sterility to prevent the establishment of feral populations of exotic and genetically modified animals. *Aquaculture*, 290, 104–109. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2009.02.025](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.02.025)
- Tsagaraki, T.M., Petihakis, G., Tsiaras, K. & Triantafyllou, G. (2011). Beyond the cage: ecosystem modelling for impact evaluation in aquaculture. *Ecol Modell.* 222, 2512–2523. DOI: [10.1016/j.ecolmodel.2010.11.027](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.11.027)
- TÜİK, (2018). Türkiye Su Ürünleri İstatistikleri, 2018.
- Ustaoglu Tiril, S. & Kerim, M. (2015). Evaluation of safflower meal as a protein source in diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792). *Journal of Applied Ichthyology*. 31, 895-899. DOI: [10.1111/jai.12807](https://doi.org/10.1111/jai.12807)
- Wang, F., Yang, Y., Han, Z., Dong, H., Yang, C. & Zou, Z. (2009). Effects of Phytase Pretreatment of Soybean Meal and Phytase-Sprayed in Diets on Growth, Apparent Digestibility Coefficient and Nutrient Excretion of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Aquaculture International*, 17, 143-157.
- Watanabe, T., Jahan, P., Satoh, S. & Kiron, V. (1999). Total phosphorus loading onto the water environment from common carp fed commercial diets. *Fisheries Science*, 65, 712–716. DOI: [10.2331/fishsci.65.712](https://doi.org/10.2331/fishsci.65.712)
- White, P. (2013). Environmental consequences of poor feed quality and feed management. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO pp. 553-564
- Wu R.S.S. (1995). The environmental impact of marine fish culture: towards a sustainable future. *Mar Pollut Bull.* 31, 159–166
- Yavuzcan, H., Pulatsü, S., Demir, N., Kırkağaç, M., Bekcan, S., Topçu, A., Doğankaya, L. & Başçınar, N. (2010). Türkiye’de Sürdürülebilir Su Ürünleri Yetiştiriciliği. TMMOB Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-2, 767-789.
- Yıldırım, Ö. (2016). Dünya ve Türkiye’de Balık Unu ve Yağı Endüstrisi ve Geleceği. IV. Balık Besleme ve Yem Teknolojisi Çalıştayı, 01-02 Eylül 2016, Adana.

Obituary

In Memoriam -- Prof.Dr. Tufan Koray



The marine science and plankton community lost an advocate and a tireless member with the sudden passing away of Professor Tufan Koray on March 9, 2019. He used to describe himself as an idealist and optimist. Prof.Dr. Tufan Koray was an art, music and animal lover. His main areas of work were systematic and taxonomy of marine Protista, phytoplankton ecology, toxic microalgae, and ecological and biological pollution ecometry in fish farms.

Born on July 21, 1954, Koray completed his undergraduate studies and graduated in 1977. After his B.Sc. Koray started his M.Sc. studies and graduated in 1982. At the age of 31, he earned his Ph.D. Five years later in 1993, he became a Professor. He became the editor of Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences in 1992 and continued to work as an editor-in-chief until 2013 successfully and devotedly. In addition to the Biostatistics, Botany, Zoology and Marine

Biology started to work on projects related to fisheries in 1993. Prof.Dr. Koray played a major role in the establishment and operation of many projects related with microplankton and toxic algae in Turkey. The Microplanktonic Atlas of the Turkish Seas was his most desired project to complete, and he showed great persistence in this work. Consequently, he and his team successfully accomplished this atlas in 2007. In 2008, he continued to work in a quiet scientific environment before retirement. He retired in January 2016 and moved to Hamburg, Germany. He was interested in nature photography, amateur painting and music in Hamburg. Tufan Koray did not feel well on March 9, and taken to Marien Krankenhaus Hospital by his wife and died on the same day in the evening.

Throughout his academic career, he undertook the consultancy of 10 graduate students, 3 of whom were PhD. He had 8 international scientific memberships, wrote 4 books, and published 64 national and international research articles.

Prof.Dr. Koray has two daughters.



ISSN: 1300-1590

