

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

E-ISSN 2418-3140

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi

Volume 37 Number 3

2020



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Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.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 (except checklists).
- 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 (Geldiy and Ergen, 1972); in Turkish article (Geldiy 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), Geldiy 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 its 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. (Geldiy and Ergen, 1972; Kocataş, 1978; Thury, 1987) or (Kocataş, 1978, 1979, 1981) or (Geldiy 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

Soulots, 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. Altınelataman (Eds.), West European Fish Technologists Association Annual Meeting 2010 (pp. 94-98). İzmir, 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. 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	E- ISSN 2148-3140
---	--------------------------

Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 37 Number 3

E-ISSN 2418-3140

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

- Effects of various environments on number of cocoon and offspring in breeding of southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820
Güney tıbbi sülüğü, *Hirudo verbana* Carena, 1820 yetiştiriciliğinde farklı ortamların koza ve yavru sayısına etkisi
Bahadır Uğural, Ramazan Serezli 207-211
- Microplastic pollution in freshwater ecosystems: A case study from Turkey
Tatlısu ekosistemlerinde mikroplastik kirliliği: Türkiye'den bir örnek çalışma
Şeyda Erdoğan 213-221
- Backyard fish farm features and farmers personal characteristics as correlates of profitability of aquaculture in Nigeria
Theophilus Miebi Gbigbi, Felix Odemero Achoja 223-228
- Yeşil çay ekstresinin soğuk muhafaza koşullarında depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarında kaliteye etkisi
The effect of green tea extract on the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets in cold storage conditions
Elifcan Duman, Can Altinelataman 229-236
- Ahtapotun (*Octopus vulgaris*) metal düzeylerinin değerlendirilmesi: sağlık riskleri tahmini
Evaluation of metal levels of common octopus (*Octopus vulgaris*): health risks estimation
Ali Rıza Kosker 237-244
- Caudal osteology and its application to reconstruct phylogenetic relationship in the genus *Garra*
Kaudal osteoloji ve *Garra* cinsi filogenisi uygulaması
Sevil Sungur, Soheil Eagderi, Pariya Jalili, Erdoğan Cicek 245-249
- Türkiye'de üçüncü kuşak balıkçı gemisi geri-alım programının analizi
Analysis of the third generation buy-back program for fishing vessels in Turkey
Vahdet Ünal, Huriye Göncüoğlu-Bodur 251-258
- Ordu ve Samsun'da su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması
The comparison of seafood consumption preferences and habits in Ordu and Samsun (Turkey)
Onur Güvenin, Naciye Erdoğan Sağlam 259-265
- Relationships between body size - otolith size for seven demersal fish species from the Marmara Sea, Turkey
Marmara Denizi'nde dağılım gösteren yedi dip balığının vücut ölçüsü-otolit ölçüsü ilişkileri
İsmail Burak Daban, Mukadder Arslan İhsanoğlu, Ali İşmen 267-274
- Biological traits and population dynamic of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Marmara Sea, Turkey
Marmara Denizi'nde *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846)'in biyolojik özellikleri ve popülasyon dinamiği
Mukadder Arslan İhsanoğlu, Ali İşmen 275-283
- Karadeniz'in Sinop kıyılarında *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Ctenophora: Lobata)'nin boy dağılımı ve boy-ağırlık ilişkisi parametreleri
Some population parameters of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Ctenophora: Lobata) in Sinop coasts of the Black Sea
Zekiye Birinci Özdemir, Yakup Erdem, Levent Bat 285-291
- Paraketa balıkçılığında kullanılan farklı yemlerin avcılık performansı ve olta iğnesinde kalma oranı
Catch performance and remaining ratio on fishing hooks for different baits used in longline fishery
Celalettin Aydın 293-302
- Comparison of industrial-scale tubular photobioreactor to FRP (fiberglass reinforced plastic) panel photobioreactor on outdoor culture of *Nannochloropsis oculata* in the marine hatchery
Denizel kuluçkahane *Nannochloropsis oculata* dış ortam kültüründe endüstriyel ölçekli tübüler fotobiyoreaktör ile FRP (fiberglas ile güçlendirilmiş plastik) panel fotobiyoreaktörün karşılaştırılması
Yaşar Durmaz, Gökhan Çatay Erbil 303-308
- Bakırçay Nehri (Kuzey Ege, Türkiye) balık faunası
Fish fauna of Bakırçay Stream (North Egean, Turkey)
Ali İlhan, Hasan M. Sarı, İrmak Kurtul 309-312

KISA ARAŞTIRMALAR SHORT COMMUNICATIONS

- Occurrence of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the coast of Aegean Sea (Turkey): The northernmost dispersal record
Ege Denizi kıyılarında aslan balığının *Pterois miles* (Bennett, 1828) bulunuşu: En kuzey kaydı
Aytaç Özgül 313-317

DERLEMELER REVIEWS

- Fotonik sensörlerin su ürünleri gıda güvenliği uygulamalarındaki rolü ve önemi
The role and importance of photonic sensors in seafood safety applications
Elifcan Duman, Can Altinelataman, Adnan Tokaç 319-324



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
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
Levent BAŞ Sinop University, Sinop, Turkey
Javier BORDERÍAS ICTAN-CSIC, Madrid, Spain
Kurt BUCHMANN University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark
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
Ertuğ DÜZGÜNEŞ Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey
Ercüment GENÇ Ankara University, Ankara, Turkey
Ana GORDOA CEAB-CSIC, Madrid, Spain
Gertrud HAIDVOGL Uni. Nat. Res. Life Sci., Vienna, Austria
Chiaki IMADA Tokyo Uni. Marine Sci. Tech., Tokyo, Japan
Bilge KARAHAN Ege University, İzmir, Turkey
F. Saadet KARAKULAK İstanbul University, İstanbul, 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
Fatih PERÇİN Ege University, İzmir, Turkey
Şahin SAKA Ege University, İzmir, Turkey
Haşim SÖMEK İzmir Katip Çelebi 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
Mustafa ÜNLÜSAYIN Akdeniz University, Antalya, 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 Certificate No:18679

Yayımlanma Tarihi Publishing Date
15 Eylül September 15th, 2020

İletişim Contact
Ege Üni. Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir Ege Üni. Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, Izmir, Turkey
Tel: +90 232 311 3838 Fax: +90 232 388 3685 <http://www.egejfas.org> info@egejfas.org

Effects of various environments on number of cocoon and offspring in breeding of southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820

Güney tıbbi sülügü, *Hirudo verbana* Carena, 1820 yetiştiriciliğinde farklı ortamların koza ve yavru sayısına etkisi

Bahadır Uğural^{1*} • Ramazan Serezli²

¹ İzmir Kâtip Çelebi University, Faculty of Fisheries, 35620, İzmir, Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-7379-5826>

² İzmir Kâtip Çelebi University, Faculty of Fisheries, 35620, İzmir, Turkey

<https://orcid.org/0000-0003-4819-6607>

Corresponding author: bahadir.ugural@ikc.edu.tr

Received date: 12.10.2019

Accepted date: 28.01.2020

How to cite this paper:

Uğural, B. & Serezli, R (2020). Effects of various environments on number of cocoon and offspring in breeding of southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 207-211. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.01)

Abstract: Breeding medicinal leeches in controlled environments is extremely important in order to prevent their extinction. Moreover, due to medicinal leeches coming into contact with the patient's blood, breeding medicinal leeches in hygienic conditions is essential to prevent possible complications.

In this study, breeding patterns of *Hirudo verbana* were studied in controlled conditions and the effects of various moist environments were examined. Peat, hydrogel and chopped sponge materials were compared in terms of number of cocoon and offspring in medicinal leech breeding. Peat and hydrogel environments didn't show any statistically significant difference for number of cocoon and offspring breeding. Cocoon per leech was 3.13 ± 0.74 for peat and 2.80 ± 0.56 for hydrogel respectively. Offspring per cocoon was 11.81 ± 2.27 for peat and 12.52 ± 1.98 for hydrogel ($P > 0.05$) respectively. In conclusion, hydrogel could be a new material for medicinal leech cocoon deposition environment especially for laboratory breeders.

Keywords: Medicinal leeches, cocoon, offspring, peat, hydrogel

Öz: Tıbbi sülüklerin kontrollü ortamda yetiştiriciliğinin yapılabilmesi, sülük neslinin tükenmesinin engellenmesi için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca tıbbi sülüklerin, hijyenik koşullarda yetiştirilmesi, insan sağlığı için kullanım aşamasında istenmeyen komplikasyonların engellenmesi için gereklidir.

Bu çalışmada, *Hirudo verbana* türünün yetiştiriciliği kontrollü ortamlarda yürütülmüş ve çeşitli nemli ortamların etkileri incelenmiştir. Torf, hidrojel ve kırılmış süngerin koza ve koza içindeki yavru sayısı üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Torf ve hidrojel ortamları koza ve yavru sayısına etki edecek istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Sülük başına koza sayısı torf için 3.13 ± 0.74 , hidrojel için ise 2.80 ± 0.56 olarak belirlenmiştir. Koza başına yavru sayısı torf için 11.81 ± 2.27 hidrojel için ise 12.52 ± 1.98 olarak belirlenmiştir ($P > 0.05$). Sonuç olarak, hidrojel özellikle laboratuvar ortamında tıbbi sülük üretimi yapanlar için yeni bir koza bırakma ortamı materyali olabilecektir.

Anahtar kelimeler: Tıbbi sülük, koza, yavru, torf, hidrojel

INTRODUCTION

Medicinal leeches have been used for treatment for centuries and always have an economical value. *Hirudo verbana* is one of the most popular species after the *Hirudo medicinalis* used in medicine in Europe and Turkey (Elliott and Kutschera, 2011). Medicinal leech population of *Hirudo verbana* mostly exist in freshwater ecosystems in Turkey. Although Turkey's natural habitats and suitable climate provide optimum breeding conditions, excessive harvesting and the destruction of freshwater habitats lead to the extinction of medicinal leeches (Saglam, 2018). In order to prevent their worldwide extinction, medicinal leeches were put under protection in 183 countries by CITES (the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Also, only Turkey imposed specific export quota in order to prevent excessive harvesting (CITES, 2019).

The importance of medicinal leech breeding has increased with the decrease in population in natural resources. Leeches used for medical purposes come in direct contact with human blood in therapies, therefore hygienic breeding of this species is considered a priority for leech farmers (Gileva and Mumcuoglu, 2013). Under "Regulation on Traditional and Complementary Medicine Practices" published by the Turkish Ministry of Health on 27 October 2014, the need for medicinal leeches to be sterile and the importance of breeding them in such facilities were emphasized (Official gazette, 2014).

In medicinal leech natural living conditions, hibernation, cocoon laying and hatching of offspring leeches occur in peat or ground material in swampy areas (Kutschera and Elliott, 2014). In leech breeding facilities, organic-based materials such as peat and moss are extensively used for cocoon

deposition material. However, organic-based materials like peat are inherently rich in microorganisms (Küster, 1972). These environments may carry the risk of contaminating the laboratory and leeches. In this study, we examine the alternative cocoon deposition materials which are synthetic, reusable, hygienic, easy to clean and we compare the advantages and disadvantages of these materials with the most commonly used peat.

MATERIALS AND METHODS

Medicinal leeches

A total of 40 medicinal leeches (*Hirudo verbana* Carena, 1820) were bought from an Izmir based company which stated that the leeches collected in August 2016 from Yay lake, Develi district of Kayseri, Turkey. Leeches heavier than 5 g were selected. Smallest leech was 5 g while the largest was 13.2 g, averaging 7.62 ± 2.13 ($X \pm SD$) g. Also, leeches examined morphologically, any wounded or swelled (in case of recently fed) leeches were not used in the experiment.

Cocoon deposition environment

In leech breeding experiments mostly moist peat (Petrauskiene et al., 2009; Ceylan et al., 2015; Saglam, 2017) and moist moss (Malek et al., 2019) were used for leeches to lay cocoons. In this experiment two other materials offered for cocoon deposition environment; chopped sponge and hydrogel.

The chopped sponge is generally used as filler in the furniture industry. Before use, the chopped sponges were well-washed and dried. After placing in jars, water added slowly on top to get moisty environment.

The hydrogel is a super absorbent material made from cross-linked polyacrylamides and cross-linked acrylamide-acrylate copolymer (Narjary et al., 2013; Ahmed, 2015). The hydrogel can absorb water up to 500-600 times of their weight and release water if the environment dries up (Abobatta, 2018).

Experiment

The study conducted in aquatic sciences laboratory in Izmir Katip Çelebi University, Faculty of Fisheries between 22 August 2016 and 12 January 2017. The experiment was designed based on previous studies (Wilkin and Scofield, 1991; Spencer and Jones, 2007; Petrauskiene et al., 2009; Ceylan et al., 2015). The trial consists of three stages. At the first stage leeches kept in a half-filled aquarium (100×50×40 cm) in 100 L water for 15 days to ensure they adapt to new conditions. The same aquarium used after feeding for digestion for 32 days. The water temperature was 20 ± 1 °C during adaption and digestion periods. Leeches were fed with warm bovine blood (37 ± 1 °C) via blood sausages (McLoughlin and Davies, 1996; Kutschera and Elliott, 2014). Blood clot and plasma were mixed with a blender for homogenisation before filling blood sausages, no additional anticoagulant used. Chlorine free natural tap water used during experiment, water

parameters were pH 8-8.2, NH₃-N (mg/L)<0.001, NH₃ (mg/L)<0.01, dissolved O₂ 7.31 mg/L.

The second stage was copulation, leeches transferred to five 5 L plastic jars. Every jar filled with 3 L water, 8 leeches kept in per jar. Every 3 days water replaced with water of same temperature. During water replacement, leeches collected in one place and randomly selected 8 leeches were once more placed in the jars. Copulation lasts after 3 weeks at 25 ± 0.5 °C. Then, discolouration and swelling appeared on leeches'abdomen around clitellum indicating that leeches ready to deposit cocoons (Wilkin, 1989; Elliott, 2008; Zhang et al., 2008).

After copulation, the third stage was cocoon deposition. Leeches were transferred to eight 5 L jars which were filled with moist materials. 5 leeches put in per jar. 2 of the jars filled with chopped sponge, 3 of them filled with moist peat and other 3 filled with large-grained hydrogel. Leeches were distributed to groups in equal weight and size. The mean weight of the leeches in groups was 7.56 ± 2.31 g in peat group, 7.52 ± 2.22 g in the hydrogel group, and 7.88 ± 1.90 g in sponge group respectively. There was no statistically significant difference between groups for broodstock leech weight ($P>0.05$). All jars were covered with a dark plastic cover. Cocoon deposition occurred 45 days at 25 ± 0.5 °C. Cocoons were checked and collected 2 times per week. Cocoons collected into different jars which have hydrogel in them and labeled according to the material in the same conditions. The trial lasted until all cocoons hatched in 30 days.

Statistical Analysis

The data were analyzed with SPSS version 24.0 for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Oneway ANOVA used for weight analyzes, Chi-square test was used for categorical distributions, T-Test was used for normal distributions and Mann-Whitney U Test used for non-normal distributions.

RESULTS

When leeches were transferred to moist materials, they were quickly burrowing into peat and hydrogel, but leeches placed on the sponge remained on the sponge pieces for a long time, and then they slowly moved to the bottom of the jar between the sponges, which may indicate that the sponge does not provide a favorable habitat for leeches.

In the experiment with moist sponge filled jars, it was observed that there was a bad smell at the end of the first week. On day 10, a total of 4 leeches were found dead. NH₃-N and NH₃ analysis of the water at the bottom of the sponge environment were higher than 8.5 mg/L. Because of the unfavorable environment, irritated leeches and the dead leeches, experiment called off for sponge environment on day 10. A total of 15 cocoons were taken from the sponge environment (Figure 1), 5 of these cocoons was unfertilized.

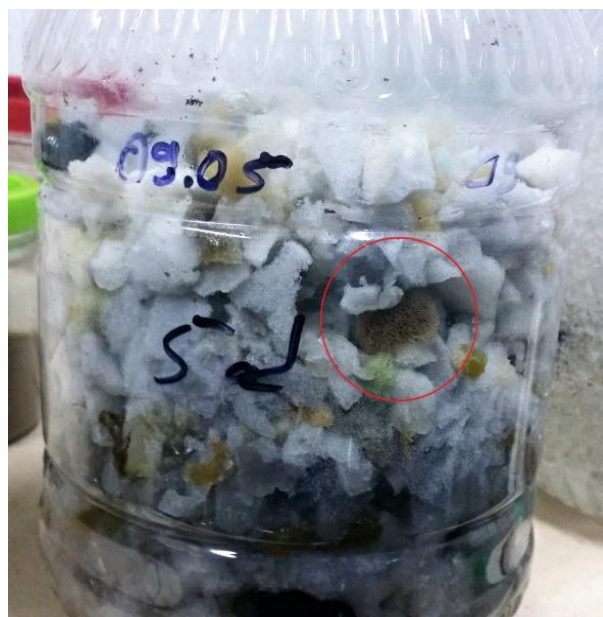


Figure 1. Sponge environment. The red circle is showing a cocoon

In experiment with moist peat, peat was poured out from jars to find cocoons inside once a week. A total of 47 cocoons with the average per leech 3.13 ± 0.74 were taken from the moist peat environment (Figure 2).



Figure 2. Moist peat environment. The bold circle is showing a new deposited cocoon with white foam. The other circles are showing the cocoons in the peat

In experiment of hydrogel environment, it was observed that leeches deposited the cocoons to the top of the hydrogel. Eliminating the need for pouring out the material made it easy to collect cocoons, saved time and provided a clean environment. A total of 42 cocoons with the average per leech 2.80 ± 0.56 were taken from the hydrogel environment (Figure 3).

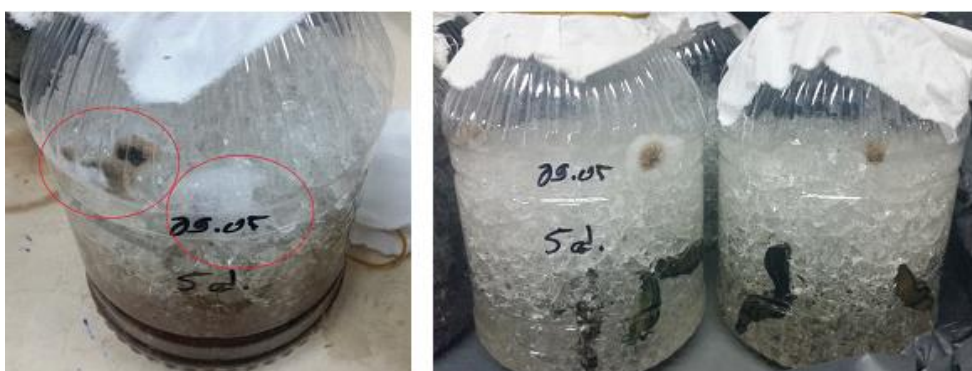


Figure 3. Hydrogel environment. The circle on the right is showing a new deposited cocoon with white foam, the other circle is showing the older cocoons

After the sponge environment failed, only the data related the environments of peat and hydrogel were used for statistical analysis.

It was determined that there were 8.04 ± 5.87 (0 to 16) offspring per cocoon in the peat group and 7.45 ± 6.40 (0 to 17) offspring per cocoon in the hydrogel group. The difference between groups was not statistically significant for offspring number per cocoon ($P > 0.05$). When cocoons with and without offspring were compared between the groups, 15 of 47

cocoons were empty in the peat group and 17 of 42 cocoons in the hydrogel group were empty.

There was no statistically significant difference between groups for rate of the empty cocoons ($\chi^2 = 0.716$ $P > 0.05$).

When the cocoons with offspring were compared between the groups, average offspring per cocoon was 11.81 ± 2.27 (7 to 16) in the peat group and 12.52 ± 1.98 (8 to 17) in the hydrogel group. Statistically there was no significant difference found in groups for offspring number per cocoon ($P > 0.05$)

Table 1. The broodstock weight, mortality, hatching rate, cocoon and offspring efficiency according to the groups

Groups ¹	Weight ² (g)	Mortality ³ (%)	# C per B ⁴ (n)	# O per C ⁵ (n)	Hatching ⁶ (%)	#O per CWO ⁷ (n)
Peat	7.56 ± 2.31	0	3.13 ± 0.74	8.04 ± 5.87	68.09	11.81 ± 2.27
Hydrogel	7.52 ± 2.22	0	2.80 ± 0.56	7.45 ± 6.40	59.52	12.52 ± 1.98
C. sponge	7.88 ± 1.90	40	1.5 ± 0.52	6.53 ± 4.88	33.33	9.80 ± 1.23

¹ Cocoon deposition environment, ² Weight of the broodstock, ³ Dead broodstock rate, ⁴ Cocoon number per broodstock, ⁵ Offspring number per cocoon, ⁶ Hatching rate of cocoon, ⁷ Number of offspring per cocoon for cocoons with offspring

DISCUSSION

Medicinal leech breeding has always been a popular topic due to its human medicinal use. Feeding, growth, reproduction and survival of medicinal leeches have been studied under various physical environmental parameters. In previous studies, peat is the most used cocoon deposition material for leeches. In this study, we studied different synthetic materials beside peat for cocoon deposition environment. We found similar results with [Ceylan et al. \(2015\)](#) and [Petrauskiene et al. \(2009\)](#) for cocoon and offspring numbers of Southern Medicinal Leech (*Hirudo verbana* Carena, 1820). [Ceylan et al. \(2015\)](#) observed in their study, leeches deposit the average 3.20 ± 1.87 cocoons and the average offspring from each cocoon was 12.29 ± 5.14 . [Petrauskiene et al. \(2009\)](#) reported the average of 3.29 ± 0.277 cocoons per leech and the average 10.45 ± 0.710 offspring per cocoon were obtained. In our study, the average cocoons taken from per leech was 3.13 ± 0.74 and the average offspring from each cocoon was 11.81 ± 2.27 in peat environment. In hydrogel environment, the average cocoons taken from per leech was 2.80 ± 0.56 and the average offspring from each cocoon was 12.52 ± 1.98 . In the sponge environment, the experiment was terminated on the 10th day due to deaths and degradation of the environment, but 15 cocoons and 98 newborns were bred within 10 days. [Manav et al. \(2019\)](#) emphasized 10% of 40 cocoons were empty (without offspring) which were obtained from the broodstock fed with cattle blood and 26% of 100 cocoons were empty which were obtained from broodstock fed with chicken blood. In our study, leeches only fed with bovine blood but 31.91% of 47 cocoons were empty in peat environment and 40.47% of 42 cocoons were empty in hydrogel environment. In the study of [Manav et al. \(2019\)](#) southern medicinal leeches supplied from a laboratory while offspring and cultivated in laboratory and fed with specific blood samples every month during 8 months. In our study leeches fed only one time after captured from nature. The difference on reproductive efficiency of two studies should derive from feeding regime of leeches because it isn't possible to know earlier feeding frequency or feed quality of wild leeches. The feeding regime (frequency, origin and quantity of blood meal) may affected the reproductive efficiency of medicinal leeches.

Disadvantages of using traditionally used peat in laboratory conditions; it is difficult to perform visual control of cocoons and offspring release during reproduction, checking cocoons creates dirt in every control and peat needs to be changed for every new breeding. In addition, there is a possibility that the peat may deteriorate and cause contamination due to its organic structure. Leeches may die in peat and it is not possible to determine dead leeches in peat until pouring the peat for control ([Petrauskiene et al., 2009](#)). Death may cause deterioration of peat.

As an advantage, peat has the highest numbers of cocoons and offspring for leech reproduction even though the difference was not statistically significant ($P > 0.05$). Natural behaviour of medicinal leeches to deposit their cocoons dark, damp places into moist soil on terrestrial habitat ([Kutschera and Roth, 2006](#); [Kutschera and Shain, 2019](#)). Cocoons initially surrounded by a foamy substance then take the final solid form ([Saidel et al., 2018](#)) like an egg covered by thin sponge. [Saidel et al. \(2018\)](#) thought this three-dimensional structure of cocoon protects itself from desiccation and displacement. Also leeches may have an instinct to protect their cocoons by depositing them into moist soil. Leeches must find or make a gap for placing cocoon ([Figure 4](#)).



Figure 4. Recently deposited cocoon in peat material. Leech must have made a gap before depositing cocoon. The gap could be seen around the white foam

This could be the answer why peat environment has the higher number of cocoon than hydrogel and why leeches placed cocoons on top of the hydrogel. Broodstock leeches in hydrogel may lose time to search for a gap and it is not possible to make a gap in hydrogel because of its slippery surface. Besides working disadvantages of peat, it may be the best cocoon deposition material for leech's instinct as a natural cocoon deposition area in nature for medicinal leech populations. The hydrogel environment provides a clean environment while controlling cocoon deposition and offspring getting out of the cocoon. Leeches lay their cocoons on top of the hydrogel environment. Dark cover around the jars may have a role by giving the feel of a gap to leeches so they deposit cocoons on top of hydrogel material. The hydrogel is a transparent material so it is easy to detect cocoons and dead leeches. The hydrogel

is washable and can be used for long periods of time which also provides another advantage for laboratory conditions. In conclusion, although the cocoon efficiency is higher in the peat material, hydrogel could be used as an alternative material for leech cocoon deposition environment in leech breeding sector.

ACKNOWLEDGMENTS

This study is part of the Master thesis of Bahadır UĞURAL and supported by İzmir Katip Çelebi University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No: 2014-TYL-FEBE-0039).

We sincerely thank Dr. Viktor Saltykov for his teachings and suggestions.

REFERENCES

- Abobatta, W. (2018). Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. *Advances in Agriculture and Environmental Science: Open Access (AAEOA)*, 1(2), 59–64. DOI: [10.30881/aaeoa.00011](https://doi.org/10.30881/aaeoa.00011)
- Ahmed, E.M. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research*, 6(2), 105–121. DOI: [10.1016/j.jare.2013.07.006](https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006)
- Ceylan, M., Çetinkaya, O., Küçükçara, R., & Akçimen, U. (2015). Reproduction efficiency of the medicinal leech *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 411–418. DOI: [10.4194/1303-2712-v15_2_27](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_2_27)
- CITES. (2019). CITES national export quotas for 2019. Retrieved January 13, 2020, from https://cites.org/eng/export_quotas/CITES_National_ExportQuotas.doc
- Elliott, J.M. (2008). Population size, weight distribution and food in a persistent population of the rare medicinal leech, *Hirudo medicinalis*. *Freshwater Biology*, 53(8), 1502–1512. DOI: [10.1111/j.1365-2427.2008.01978.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.01978.x)
- Elliott, J.M. & Kutschera, U. (2011). Medicinal Leeches: Historical use, Ecology, Genetics and Conservation. *Freshwater Reviews*, 4(1), 21–41. DOI: [10.1608/FRJ-4.1.417](https://doi.org/10.1608/FRJ-4.1.417)
- Gileva, O. & Mumcuoglu, K. (2013). Hirudotherapy. In *Biotherapy - History, Principles and Practice* (pp. 31–76). DOI: [10.1007/978-94-007-6585-6_3](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6585-6_3)
- J. Wilkin, P. & M. Scofield, A. (1991). Growth of the medicinal leech, *Hirudo medicinalis*, under natural and laboratory conditions. *Freshwater Biology*, 25, 547–553. DOI: [10.1111/j.1365-2427.1991.tb01398.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1991.tb01398.x)
- Küster, E. (1972). Microbiology of Peat. In *Acta Horticulturae* (pp. 23–28). International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. DOI: [10.17660/ActaHortic.1972.26.3](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1972.26.3)
- Kutschera, U. & Elliott, J. (2014). The European medicinal leech *Hirudo medicinalis* L.: Morphology and occurrence of an endangered species. *Zoosystematics and Evolution*, 90(2), 271–280. DOI: [10.3897/zse.90.8715](https://doi.org/10.3897/zse.90.8715)
- Kutschera, U. & Roth, M. (2006). Cocoon deposition and cluster formation in populations of the leech *Hirudo verbana* (Hirudinea: Hirudinidae). *Lauterbornia*, 56, 5–8.
- Kutschera, U. & S Shain, D. (2019). *Hirudinea* Lamarck 1818: Evolutionary origin and taxonomy of the six medicinal leeches (genus *Hirudo*) known today. *Biomedical Research and Reviews*, 3(1), 1–4. DOI: [10.15761/br.1000126](https://doi.org/10.15761/br.1000126)
- Malek, M., Jafarifar, F., Roohi Aminjan, A., Salehi, H. & Parsa, H. (2019). Culture of a new medicinal leech: growth, survival and reproduction of *Hirudo orientalis* Utevsky and Trontelj, 2005 under laboratory conditions. *Journal of Natural History*, 53(11-12), 627–637. DOI: [10.1080/00222933.2019.1597200](https://doi.org/10.1080/00222933.2019.1597200)
- Manav, M., Ceylan, M. & Büyükçapar, H.M. (2019). Investigation of reproductive efficiency, growth performance and survival of the southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820 fed with mammalian and poultry blood. *Animal Reproduction Science*, 206, 27–37. DOI: [10.1016/j.anireprosci.2019.05.004](https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.05.004)
- McLoughlin, N.J. & Davies, R.W. (1996). The effects of feeding regime on the growth and reproduction of the medicinal leech *Hirudo medicinalis*. *Freshwater Biology*, 36(3), 563–568. DOI: [10.1046/j.1365-2427.1996.00121.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1996.00121.x)
- Narjary, B., Aggarwal, P., Kumar, S. & Meena, M. D. (2013). Significance of hydrogel. *Indian Farming*, 62(10), 15–17.
- Official Gazette (2014). Regulation on Traditional and Complementary Medicine Practices. Official gazette, (29158), 27.
- Petrauskiene, L., Utevskas, O. & Utevskas, S. (2009). Can different species of medicinal leeches (*Hirudo* spp.) interbreed? *Invertebrate Biology*, 128(4), 324–331. DOI: [10.1111/j.1744-7410.2009.00180.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7410.2009.00180.x)
- Saglam, N. (2017). Basic Principles of Breeding of Medicinal Leech, *Hirudo verbana*. In International Scientific Conference (Caucasus ecosystem: Past, Present and Future (80 years of the zoological investigations of the Caucasus) (pp. 501–506)
- Saglam, N. (2018). The effects of environmental factors on leeches. *Advances in Agriculture and Environmental Science: Open Access*, 1, 1–3. DOI: [10.30881/aaeoa.00001](https://doi.org/10.30881/aaeoa.00001)
- Saidel, W.M., Saglam, N., Salas-de la Cruz, D., Saunders, R. & Shain, D. H. (2018). Elaborate ultrastructure of the *Hirudo* (Annelida: Hirudinea) cocoon surface. *Journal of Morphology*, 279(4), 545–553. DOI: [10.1002/jmor.20787](https://doi.org/10.1002/jmor.20787)
- Spencer, W. & Jones, G. (2007). The captive breeding and educational display of the Medicinal leech *Hirudo medicinalis* (Linnaeus 1758) at Bristol Zoo Gardens. *International Zoo Yearbook*, 41(1), 138–144. DOI: [10.1111/j.1748-1090.2007.00005.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-1090.2007.00005.x)
- Wilkin, P.J. (1989). The medicinal leech, *Hirudo medicinalis* (L.) (Hirudinea: Gnathobdellae), at Dungeness, Kent. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 101(1), 45–57. DOI: [10.1111/j.1095-8339.1989.tb00135.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1989.tb00135.x)
- Zhang, B., Lin, Q., Lin, J., Chu, X. & Lu, J. (2008). Effects of broodstock density and diet on reproduction and juvenile culture of the Leech, *Hirudinaria manillensis* Lesson, 1842. *Aquaculture*, 276(1), 198–204. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.02.003](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.003)

Microplastic pollution in freshwater ecosystems: A case study from Turkey

Tatlısu ekosistemlerinde mikroplastik kirliliği: Türkiye'den bir örnek çalışma

Şeyda Erdoğan

Yozgat Bozok University, Department of Biology, Faculty of Science and Art, Yozgat, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0001-7729-7664>

Corresponding author: erdogan.seyda@gmail.com

Received date: 27.11.2019

Accepted date: 03.03.2020

How to cite this paper:

Erdoğan, Ş. (2020). Microplastic pollution in freshwater ecosystems: A case study from Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(2), 213-221. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.02](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.02)

Abstract: Microplastic pollution has increased rapidly over recent decades and accepted as an emerging thread. However, the effects and dimensions of microplastic pollution on aquatic ecosystems have not been fully understood yet. Most of these few studies have been carried out in marine ecosystems and the number of studies on freshwater are very limited. In this study, microplastic (<5 mm) pollution level of surface water samples taken from Cevdet Pond (Yozgat/Turkey) was investigated. Water samples (150 L) were taken from 5 stations and microplastic particles were extracted via density separation method. Random particles were examined both visually and spectrophotometrically (μ -Raman). According to station averages, there were 233 microplastic particles in 1 m³ of the pond water. Highest number of MP particles observed in 100-250 μ m (56%) size class. Most abundant microplastic type and colour are fiber (91%) and blue (36%) respectively. Polypropylene (50%) and polyethylene (40%) were the most abundant type of polymers according to μ -Raman analysis. The presence of microplastic pollution in an area where human impact is relatively low, indicates the prevalence of microplastic pollution in freshwater ecosystems.

Keywords: Microplastic pollution, μ -Raman, plastic waste, freshwater, pond

Öz: Mikroplastik kirliliği son yıllarda hızlı bir şekilde artış göstermiştir ve yeni ortaya çıkan tehditlerden biri olarak kabul edilmektedir. Ancak mikroplastik kirliliğinin sucul ekosistemlerdeki boyutları henüz tam olarak bilinmemektedir. Az sayıda mevcut olan çalışmanın büyük bir çoğunluğu denizel ekosistemlerde gerçekleştirilmiştir ve tatlı su alanında yapılan çalışma sayısı çok sınırlıdır. Çalışmada Cevdet Dünder Göleti (Yozgat/Türkiye) yüzey suyundan alınan örneklerinde mikroplastik (<5 mm) kirliliği araştırılmıştır. 5 farklı istasyondan yüzeyden alınan su örnekleri (150 L) yoğunluğa bağlı ayırma yöntemi kullanılarak ayrıştırılmıştır. Partiküller hem görsel olarak hem spektrofotometrik (μ -Raman) yöntemler kullanılarak incelenmiştir. İstasyon ortalamalarına göre gölet suyunun 1 m³'ünde ortalama 233 mikroplastik parçacığı bulunmaktadır. Mikroplastik kirliliğinin en fazla gözlemlendiği boyut aralığı 100-250 μ m (%56) dur. En yaygın gözlemlenen mikroplastik çeşidi ve rengi ise sırası ile fiber (%91) ve mavi (%36) renk olarak tespit edilmiştir. μ -Raman analiz sonuçlarına göre en yaygın gözlemlenen mikroplastik türleri ise polipropilen (%50) ve polietilendir (%40). Nispeten insan etkisinin az olduğu çalışma alanında mikroplastik kirliliğinin gözlemlenmesi mikroplastik kirliliğinin varlığını ortaya çıkarmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mikroplastik kirliliği, μ -Raman, plastik atık, tatlı su, gölet

INTRODUCTION

American chemist Leo Hendrik's Baekeland application for a bakelite or the first synthetic plastic patent about 100 years ago (July 13, 1907) can be considered as the beginning of the 'plastic age' (Crespy et al., 2008). Bakelite, was the pioneer of other polymer types and production of polymer derivatives started to increase rapidly in a short time period (Gowariker et al., 1986) The rapid increase of plastic production resulted in gradual plastic accumulation in different ecosystems, which in turn led to plastic-based environmental problems (Plastic Europe 2018). However, microplastic (MP) pollution in aquatic ecosystems has started to attract attention only in last decade (Andrady, 2011; Bergmann et al., 2015; Moore et al., 2011; Yin et al., 2019).

Because of the low production cost and durability, plastics are found in many substances that we use intensively in everyday life, such as food packs, clothing and cosmetic products as toothpaste and face wash gels (Auta et al., 2017; Royer et al., 2018). Although different definitions have been made for MP, plastics particles smaller than 5 mm are generally defined as MP (Blair et al., 2017). Polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyethylene terephthalate (PET), polystyrene (PS), polyvinyl chloride (PVC), polyamide (PA) and polyvinyl alcohol (PVA) are the most commonly found polymer types in nature (Andrady, 2011; Avio et al., 2015). Plastics can be produced in small sizes (primary plastic) or they could divide into smaller particles over time (secondary plastic) (Blair et al., 2017). MPs can be carried to very long distances with different

factors such as wind, water flow, air and biological carriers, which makes it difficult to determine the MP pollution level (Bergmann et al., 2015; Faure et al., 2015; Liebezeit & Liebezeit, 2014; Rist et al., 2017).

Detailed investigations of plastic pollution in different ecosystems will reveal the real situation of the MP pollution (Lambert & Wagner, 2018; Jambeck et al., 2015). According to a study results 4.8 to 12.7 million MP entered to the marine ecosystems only in 2010 (Jambeck et al., 2015). However, this is only 1.7 to 4.6% of the total plastic waste generated in studied countries, remained 98.3 to 95.4% of plastic waste substantially remained in terrestrial and freshwater ecosystems (Jambeck et al., 2015). While studies on plastic pollution are particularly conducted in marine ecosystems, studies in freshwater ecosystems are much more limited (Lambert & Wagner, 2018). Since closed river basins act as a sink sources, MP pollution in lake ecosystems could be worse than marine ecosystems. Large amount of MPs already determined in lake and river ecosystems (Ballent et al., 2016; Castañeda et al., 2014; Corcoran et al., 2015; Faure et al., 2015; Fok & Cheung, 2015). MP pollution was observed even in sub alpine lake (Imhof et al., 2013) and Antarctica where the human effect is relatively less (Reed et al., 2018). Nonetheless, studies to date have not been sufficient to elucidate the amount and effects of MPs on aquatic organisms especially in freshwater ecosystems (Andrady, 2011; Lambert & Wagner, 2018). Only a few MP studies were conducted in Turkey (Gündoğdu, et al., 2018; Gündoğdu et al., 2017; Güven et al., 2017; Jovanović, 2017). However, MP pollution in natural freshwater systems has not been studied yet in Turkey. The purpose of this study is to determine presence and amount of MP pollution in Cevdet Dünder Pond which is located within the boundaries of Fatih Nature Park (Yozgat/Turkey) area. The results will help to contribute to filling knowledge gaps about the pollution. In addition, since the work area is under protection, the results will also contribute to the understanding of the dimensions of MP pollution.

MATERIAL AND METHOD

Study area

Cevdet Dünder pond is located in southern part of the Yozgat city (39°48'46.13"N, 34°49'22.30"E), on the Anatolian plateau in Central Turkey. Yozgat is a small city with a population of around 88000. The pond is located within the boundaries of the Fatih Nature Park. The park is also adjacent to the Yozgat Pine Grove National Park which is Turkey's first National Park and way back to 1958. Arid-cold steppe climate with the rainy winters (mostly snow) and dry summers reigns in the area (Peel et al., 2007). The pond has only two seasonal inflows which were feed from precipitation. It is a small pond with 2.3 ha area, 9 m average depth and 1407 m altitude (Figure 1). The surrounding area of the lake is used as a recreational area, human population increase around the pond especially during the spring and summer seasons. Since the

pond is located in protected area human impact is relatively low.

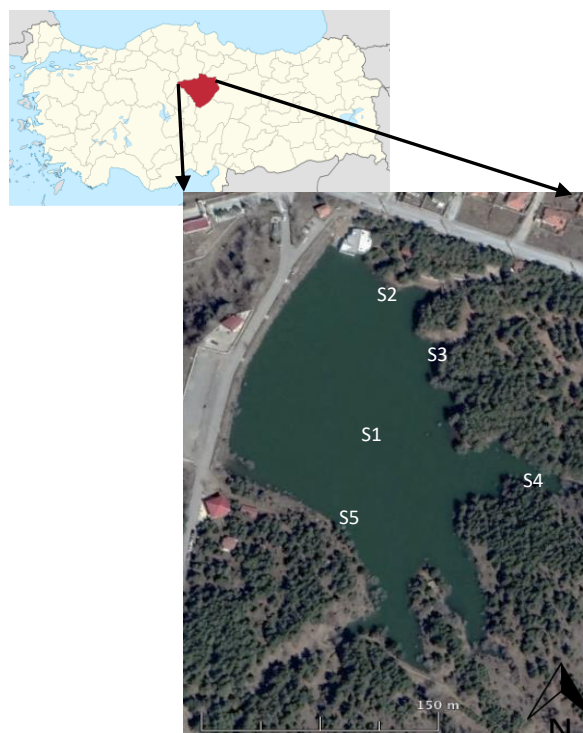


Figure 1. Cevdet Dünder pond location and sampling station (Sampling station were marked with "S")

Sampling

Surface water samples were taken via steel bucket from five different stations (Figure 1) (Yuan et al., 2019). 150 liters water sample, was filtered through stacked stainless steel sieves (5000 μm , 328 μm and 61 μm mesh size) with a diameter of 30 cm. While particles stacked on 5000 μm sieve were discarded, particles on 328 μm and 61 μm sieves were poured to the bottles and sieves were rinsed 3 times with ultra-pure distilled water which formerly filtered through glass fiber (Whatman GF/F glass fiber filter, pore size 1.2 μm) filter (here after distilled water). After each sampling, the sieves were washed with pressurized tap water and passed through distilled water. Subsequently, samples were quickly brought into the laboratory and taken into glass beakers (500 ml). The bottles were washed 3 times with distilled water to remove any remaining particles.

Sample preparation

Microplastic separation steps were performed according to NOAA laboratory methods (Masura et al., 2015). Bakers were covered with aluminium foil and placed into 90 °C drying oven for 24 hours or more till all get dried. After wet peroxide oxidation step were applied for eliminate natural organic material; 20 ml 0.05 M Fe(II) solution (7.5 g of $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (= 278.02 g/mol) to 500 ml of water and 3 ml of concentrated sulfuric acid) and 20 ml 30% hydrogen peroxide and a stir bar

were added each baker than covered with a watchglass. The baker was heated to 75 °C on a hot plate till bubbles appear. When bubbles appear the beaker was removed from the hot plate and kept in fume-hood till boiling stooped. If organic material still appears, the addition of peroxide was repeated. This process continued until all organic materials were invisible. Subsequently 6 gr of NaCl was added to each 20 ml of this mixture and allowed to dissolve at 75 °C. The mixture transferred to the density separator and allowed to settle for 24 hours and settled particles were drained. The presence of plastic particles in the settled part was examined, if any present, they were removed. The remaining solution was filtered through a pre-examined filter (mesh size 25 µm) (Masura et al., 2015). Filters were stored in pre-cleaned glass petri dishes for microscope analysis.

Microscope examination and µ-Raman analysis

All filters were examined under stereo microscope (Olympus SZ61) (40x magnification). All types of the plastic particles were measured and their size, colour and types were recorded at the same time. Each filter counted 3 times.

The random particles were separated for µ-Raman analysis. Renishaw InVia Raman spectrometer with microscope attachment (50x) was used. Excitation wavelength and exposure time were selected 514 nm and 10 s respectively. The applied spectrum range was 100-3500 cm⁻¹ and laser power was 0.1 to 5 mW. Obtained spectra were analysed with Bio-Rad KnowItAll® Informatics System – Raman ID Expert (trial version) (Bio-Rad Laboratories, California, USA). The software gives similarity ratios by matching the obtained spectra with the potential reference spectra from its library (Turner et al., 2019). Base on this algorithm the software produces hit quality index ratio (HQI) between 0 (lowest similarity) and 1 (highest similarity). HQI higher than or equal to 0.7 was accepted as positive match (Kapp & Yeatman, 2018).

During the all treatment processes (peroxide oxidation, settlement, drying oven, microscope examination) an empty glass petri dish (pre-cleaned and checked under microscope) were placed together with the samples. After all the processes petri dishes were also examined under microscope and observed number of plastic particles were subtracted from the total count. To prevent contamination, the laboratory did not used by other people during the counting process. Before

counting all the lab surfaces were cleaned with alcohol 3 times. Additionally, cotton lab ware and sterile nitrile gloves were used during the all processes.

Data analysis

Differences among MP size, type and colour was tested statistically base on station data. Since data did not meet ANOVA assumptions Kruskal-Wallis test was used to analyze multiple comparisons. If there was a significance Mann–Whitney U test applied with Bonferroni correction to adjust the probability ($p = 0.05$).

RESULTS

MP particles were observed in all water samples (Figure 2). Total counted MP number is 173 in all sampling stations. While highest MP number was observed in S1 (96) station, lowest number was observed in S5 (18) station. Detected MP number were 19, 21 and 19 for S2, S3 and S4 stations respectively. Total counted microplastic number in all stations were summed and were divided into five to find average MP abundance at each station. Average MP abundance was 35 for each station. Since 150 litres of pond water was filtered at each station, it can be calculated that there are 233 MP particles in per cubic meter of pond water

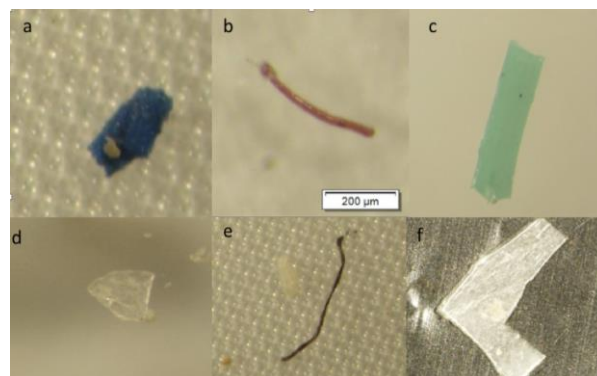


Figure 2. Microscope images of different MP types (a-d: fragment, b-e: fiber, c-f: film)

MPs were classified into 3 groups according to their size (61-100 µm, 100-250 µm, 250-5000 µm) (Figure 3). Highest number of MP particles observed in 100-250 µm size class ($n = 97$, 56%) and followed by 61-100 µm ($n = 44$, 25%), 250-5000 µm ($n = 32$, 18%) ($p > 0.05$).

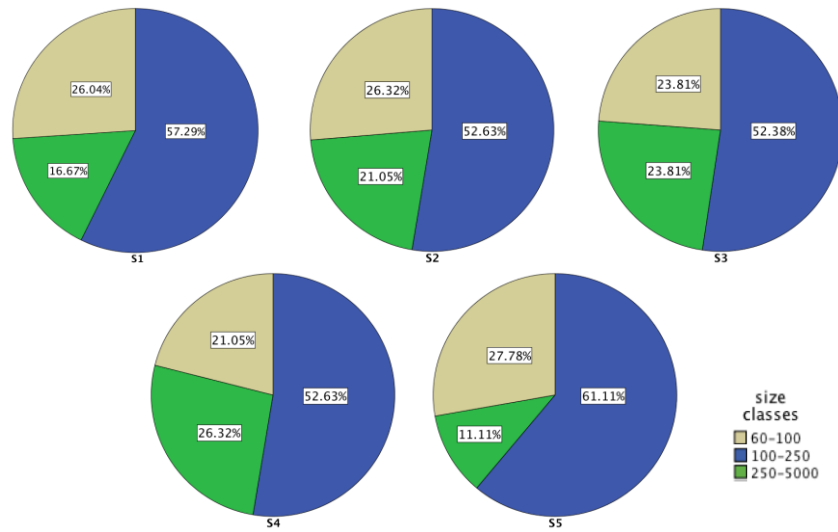


Figure 3. Size classes and frequencies of observed MPs from Cevdet Dünder Pond

Fiber was the most common MP type and formed 90.75% of all MP. On the other hand, fragment and film was less frequently observed and they only formed 8.09% and 1.16% of total MP

respectively. Difference in terms of particle number between fiber-film ($p < 0.004$), and fiber-fragment ($p < 0.03$) was significant.

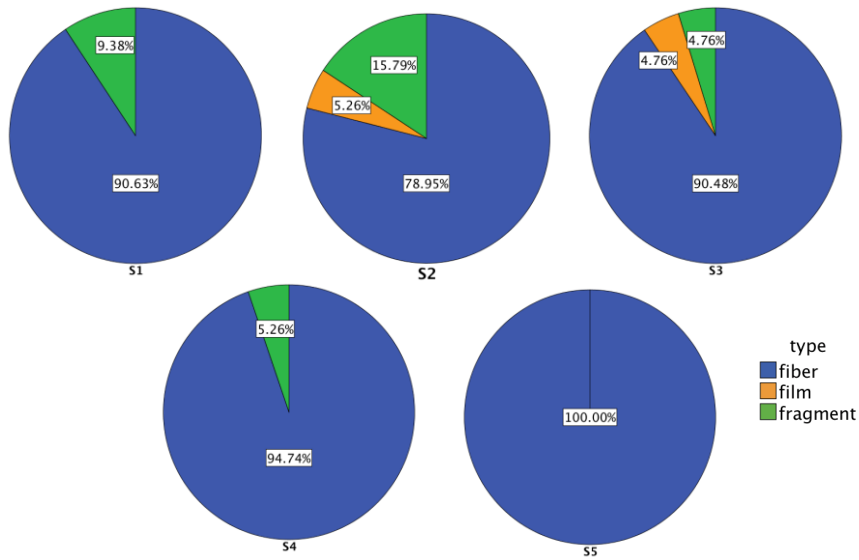


Figure 4. MP type percentages in water samples collected from Cevdet Dünder Pond

Colour distribution of MP particles in sampling stations were presented in Figure 5.

The highest observed colour is blue (36.42%) and followed by transparent, black, green, white and yellow, their percentages

in total 20.81%, 19.08%, 5.78%, 5.20% and 4.05% respectively.

There was no significant difference in terms of particle number among MP colour groups in terms of number ($p > 0.05$).

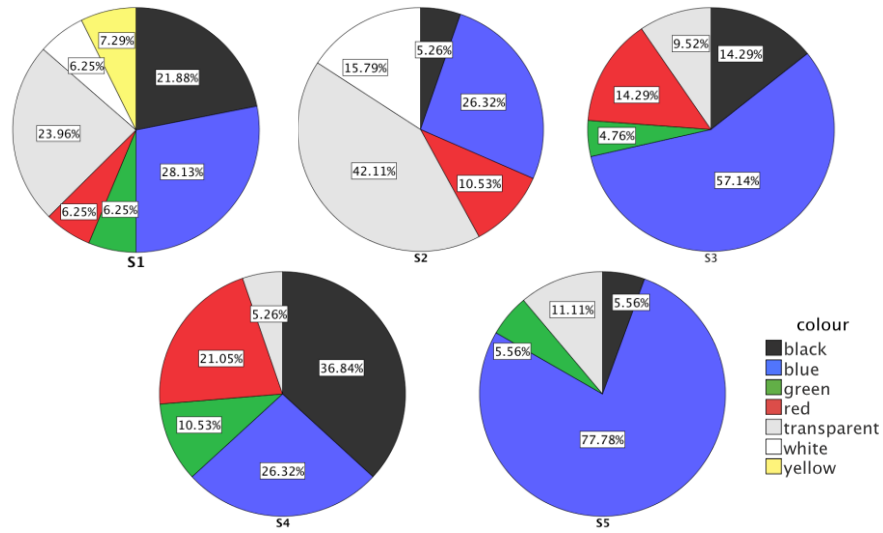


Figure 5. Proportion of MP colour distribution in water samples collected from Cevdet Dünder Pond

Random 10 MP particles were identified using μ -Raman Bio-Rad KnowItAll® Informatics System – Raman ID Expert (trial version) (Bio-Rad Laboratories, California, USA). For all

identified MP particles most common type of the plastic was polypropylene (50%) followed by polyethylene (40%) and polyamide (10%) (Figure 6).

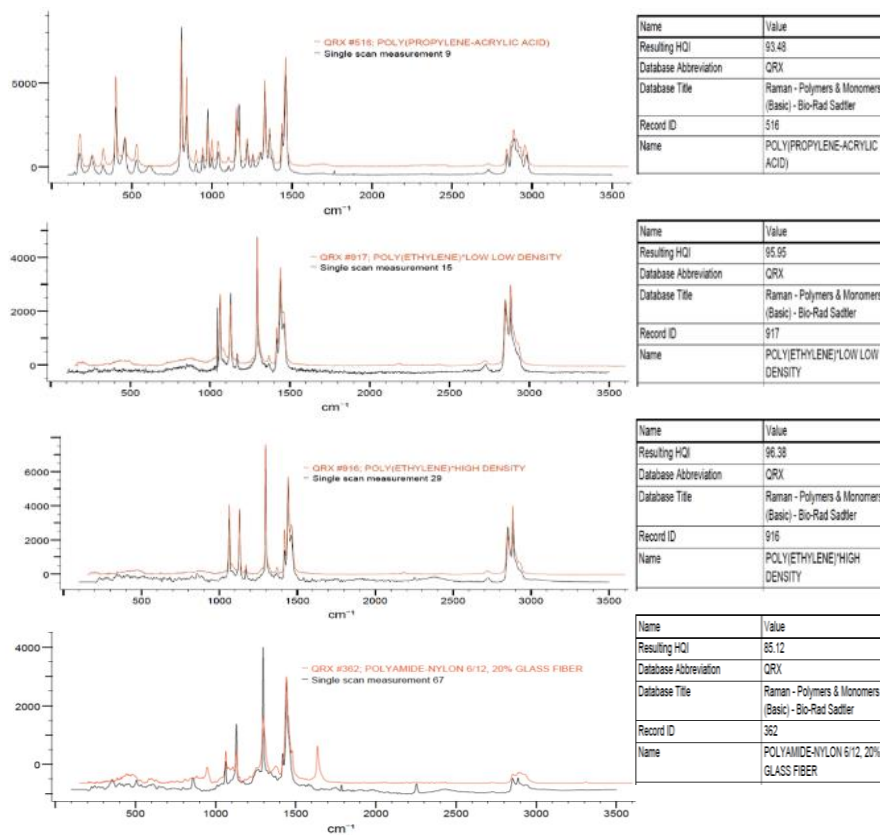


Figure 6. Example Raman spectra of selected MP particles (black: sample spectrum, red: matched library spectrum)

DISCUSSION

MP pollution was observed in all sampling stations with different numbers. Average MP number per cubic meter is 233, however it is relatively low compared to other freshwater studies (Table 1).

As mentioned before the pond is located within a protected area and human impact is relatively less, however exemplary lakes (Table 1) were subjected to intense human activities and

it could be the main reason of low MP number in the current study. Moreover, since different methods were applied, it is not possible to make a clear and accurate comparison with previous studies (Talvitie et al., 2015; Zhao et al., 2018). For instance, 5 different mesh size were used in the lakes in Table 1. Moreover, different factors like point pollution sources, hydrology, wind, population density and plastic properties may cause variability among different sampling areas (Luo et al., 2019; Mani et al., 2015; Xiong et al., 2018).

Table 1. MP abundance of freshwater lakes in different areas

Study Area	Location	Mesh size (µm)	MP number (m ³)	References
Lake Bolsena	Italy	300	57 ± 241	Fischer et al.(2016)
Lake Chiusi	Italy	300	64 ± 21	Fischer et al.(2016)
Lake Ulansuhai	China	48	1760-10170	Wang et al.(2019)
Lake Taihu	China	333	3400-24,800	Su et al.(2016)
Lake Dongting	China	50	385 ± 221.1	Wang et al.(2018)
Lake Hong	China	50	685.5 ± 375.3	Wang et al.(2018)
Lake Poyang	China	50	5000- 34000	Yuan et al.(2019)
C. Dündar Pond	Turkey	61	233	This Study

Fiber was the most abundant type of MP in all stations (Figure 4), and it is also in accordance with the literature. Fiber could be originated from either primer or seconder plastic (Peters & Bratton, 2016). Worldwide textile fiber production was over 90 million tons in 2016 alone (Gasperi et al., 2018) and domestic wastewater is known to contain a large amount of synthetic fiber, particularly from washing machine discharge (Salvador et al., 2017). However, it cannot be the case for our study since the pond is located in a protected area. On the other hand, plastics can also be transported by air. According to a study results 29-280 (particles/m²/d) fiber particles found in atmospheric fallout (Gasperi et al., 2015). Therefore, airborne contamination may be one of the reason of the MP pollution in the pond. On the other hand, plastic products disposed around the pond (personal observation) could be another fiber source.

Different coloured MP particles were observed in samples and the most commonly observed colour is blue in general (Figure 5), and this is in agreement with other studies. The blue colour commonly used in many plastic products (Kosuth et al., 2018; Li et al., 2019; Zhang et al., 2017). In addition, a large portion of the plastic wastes observed around the pond were water bottles and almost all of them have blue lid while some of them are blue in colour (personal observation). The disintegration of blue coloured wastes over the time might be the main reason of abundance (Figueiredo & Vianna, 2018). In addition, some studies have shown that aquatic organisms selectively digest blue coloured MPs (Devriese et al., 2015; Güven et al., 2017;

Karlsson et al., 2017). It could also be valid for aquatic organisms in Cevdet Dündar pond, but more detailed researches should be carried out to understand MP effect on living biota in the pond. While transparent and black coloured particles are the second and third most intensely observed colours, other colours represented by fewer records. Transparent colour is commonly used in disposable bags and they were abundant in the recreation area around the pond. The reason for the excessive observation of the black colour might be the road passing by the pond (Figure 1). According to a conducted study among 13 countries average plastic emission per Capita/year is 0.95 kg (Kole et al., 2017). Plastic release from car tires due to mechanical abrasion is a well-known phenomenon, additionally its contribution to MP pollution have been suggested by several research (Sundt, et al., 2014; Lassen, et al., 2015; Siegfried, et al., 2017). The type of black particle analysed in our study was identified as polyamide, however it is not sufficient to make a valid decision, further detailed studies need to be carried out.

µ-Raman method has been used frequently and successfully in MP identification (Anger et al., 2018; Gündoğdu, 2018; Wen et al., 2018; Xiong et al., 2018; Yin et al., 2019). In many previous studies, MP determination has been made only by visual identification (Desforjes et al., 2014; Miranda & de Carvalho-Souza, 2016; Rochman et al., 2015), however, many recent studies have added spectrophotometric methods (µ-Raman or FTIR) in addition to microscopic examination (Gündoğdu & Çevik, 2017; Tsang et al., 2017; Wen et al.,

2018). However, since these methods are both expensive and time-consuming, only a portion of the samples or random particles can be analysed. In line with the many previous studies polypropylene (50%) and polyethylene (40%) were the most abundant polymer types in Cevdet Dündar pond (Figure 5) (Hidalgo et al., 2012; Zbyszewski et al., 2014). Polypropylene and polyethylene have been identified extensively in aquatic ecosystems and their usage areas are widespread. Plastic bottles, plastic bags and containers are examples of the uses of these polymer types (Desforges et al., 2014).

This study also has drawbacks. First of all, MP sampling conducted only once (March, 2019) and as a consequence of water level change during the rainy and dry season MP abundance might change. According to a conducted study the pond surface area decreased 7.8% during the dry summer season in 2019 (submitted data). Consequently, if the sampling was conducted during the summer period, an increase in the amount of MP was likely due to the decrease in pond surface area. However, majority of the studies were conducted with a single sampling and widely available in the literature both for freshwater and marine ecosystems (Gündoğdu & Çevik, 2017;

Yin et al., 2019; Scopetani et al., 2019; Wang et al., 2019; Li et al., 2019; Egessa et al., 2020). Moreover, there is a possibility of error in the microscope identification. Only small amount of particles (10 particles) could analysed with Raman spectroscopy due to financial limitations.

Despite the mentioned drawbacks conducted study elucidate potential MP distribution in freshwater ecosystems. Most of the MP studies on aquatic ecosystems have been carried out in marine ecosystems and the studies on freshwater ecosystems are limited. In addition, limited studies on freshwater were carried out in areas where human impact was observed intensively. The number of studies conducted in regions where human impact is limited is much less. Therefore, this study reveals that MP pollution is observed even in areas with limited human impact and contributes to a better understanding of the extent of MP pollution.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author declares no conflict of interest. I am grateful to Dr. Hatice Baş and Dr. Hatice Ari for their help during the field work and μ -Raman analysis.

REFERENCES

- Andrady, A.L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2011.05.030](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030)
- Anger, P.M., von der Esch, E., Baumann, T., Elsner, M., Niessner, R. & Ivleva, N. P. (2018). Raman microspectroscopy as a tool for microplastic particle analysis. *Trends in Analytical Chemistry*, 109, 214–226. DOI: [10.1016/j.trac.2018.10.010](https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.010)
- Auta, H.S., Emenike, C.U. & Fauziah, S.H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102, 165–176. DOI: [10.1016/j.envint.2017.02.013](https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013)
- Avio, C.G., Gorb, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., D'Errico, G., Pauletto, M., Bargelloni, L. & Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198, 211–222. DOI: [10.1016/j.envpol.2014.12.021](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.12.021)
- Ballent, A., Corcoran, P. L., Madden, O., Helm, P. A. & Longstaffe, F.J. (2016). Sources and sinks of microplastics in Canadian Lake Ontario nearshore, tributary and beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 110(1), 383–395. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2016.06.037](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.037)
- Bergmann, M., Gutow, L. & Klages, M. (2015). Marine anthropogenic litter. Springer, 1–447. DOI: [10.1007/978-3-319-16510-3](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3)
- Bio-Rad KnowItAll® Informatics System – Raman ID Expert. Alıntılanma adresi: <https://www.bio-rad.com/en-tr/product/raman-spectral-databases?ID=N0ZXPS4VY> (10.08.2019).
- Blair, R. M., Waldron, S., Phoenix, V. & Gauchotte-Lindsay, C. (2017). Micro- and Nanoplastic Pollution of Freshwater and Wastewater Treatment Systems. *Springer Science Reviews*, 5(1), 19–30. DOI: [10.1007/s40362-017-0044-7](https://doi.org/10.1007/s40362-017-0044-7)
- Castañeda, R.A., Avlijas, S., Simard, M.A., Ricciardi, A. & Smith, R. (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence River sediments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71(12), 1767–1771. DOI: [10.1139/cjfas-2014-0281](https://doi.org/10.1139/cjfas-2014-0281)
- Corcoran, P.L., Norris, T., Ceccanese, T., Walzak, M.J., Helm, P.A. & Marvin, C.H. (2015). Hidden plastics of Lake Ontario, Canada and their potential preservation in the sediment record. *Environmental Pollution*, 204, 17–25. DOI: [10.1016/j.envpol.2015.04.009](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.04.009)
- Crespy, D., Bozonnet, M. & Meier, M. (2008). 100 Years of Bakelite, the Material of a 1000 Uses. *Angewandte Chemie International Edition*, 47(18), 3322–3328. DOI: [10.1002/anie.200704281](https://doi.org/10.1002/anie.200704281)
- Desforges, J.P.W., Galbraith, M., Dangerfield, N. & Ross, P.S. (2014). Widespread distribution of microplastics in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1), 94–99. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2013.12.035](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.035)
- Devriese, L. I., van der Meulen, M. D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frère, L., Robbens, J., Vethaak, A. D. (2015). Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*, 98(1-2), 179–197. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2015.06.051](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.051)
- Egessa, R., Nankabinwa, A., Basooma, R. & Nabwire, R. (2020). Occurrence, distribution and size relationships of plastic debris along shores and sediment of northern Lake Victoria. *Environmental Pollution*, 257, 113442. DOI: [10.1016/j.envpol.2019.113442](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113442)
- Faure, F., Demars, C., Wieser, O., Kunz, M. & De Alencastro, L. F. (2015). Plastic pollution in Swiss surface waters: Nature and concentrations, interaction with pollutants. *Environmental Chemistry*, 12(5), 582–591. DOI: [10.1071/EN14218](https://doi.org/10.1071/EN14218)
- Figueiredo, G. M. & Vianna, T. M. P. (2018). Suspended microplastics in a highly polluted bay: Abundance, size, and availability for mesozooplankton. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 256–265. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2018.07.020](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.07.020)
- Fischer, E. K., Paglialonga, L., Czech, E. & Tamminga, M. (2016). Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments - A case study on Lake Bolsena and Lake Chiusi (central Italy). *Environmental Pollution*, 213, 648–657. DOI: [10.1016/j.envpol.2016.03.012](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.012)
- Fok, L. & Cheung, P. K. (2015). Hong Kong at the Pearl River Estuary: A hotspot of microplastic pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 99(1–2), 112–118. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2015.07.050](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.050)

- Gasperi, J., Dris, R., Mirande-Bret, C., Mandin, C., Langlois, V. & Tassin, B. (2015). First overview of microplastics in indoor and outdoor air. 15th European Chemical Society, International Conference on Chemistry and the Environment.
- Gasperi, J., Wright, S.L., Dris, R., Collard, F., Mandin, C., Guerrouache, M., Langlois, V., Kelly F.J., Tassin, B. (2018). Microplastics in air: Are we breathing it in? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 1-5. DOI: [10.1016/j.coesh.2017.10.002](https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.002)
- Google Earth 7. 2019. Cevdet Dündar Pond 39°48'46.13"N, 34°49'22.30"E, elevation 1407m. Terrain Layer <<http://www.google.com/earth/index.html>> [Viewed, 27 February 2020].
- Gowariker, V.R., Viswanathan, N. V., Sreedhar, J., 1986. Polymer Science. Halsted Press (John Wiley & Sons), New York, pp. 1-505.
- Gündoğdu, S. (2018). Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 35(5), 1006–1014. DOI: [10.1080/19440049.2018.1447694](https://doi.org/10.1080/19440049.2018.1447694)
- Gündoğdu, S. & Çevik, C. (2017). Micro- and mesoplastics in Northeast Levantine coast of Turkey: The preliminary results from surface samples. *Marine Pollution Bulletin*, 118(1–2), 341–347. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.03.002](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.002)
- Gündoğdu, S., Çevik, C., Güzel, E. & Kilercioğlu, S. (2018). Microplastics in municipal wastewater treatment plants in Turkey: a comparison of the influent and secondary effluent concentrations. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(11), 626. DOI: [10.1007/s10661-018-7010-y](https://doi.org/10.1007/s10661-018-7010-y)
- Gündoğdu, S., Çevik, C. & Karaca, S. (2017). Fouling assemblage of benthic plastic debris collected from Mersin Bay, NE Levantine coast of Turkey. *Marine Pollution Bulletin*, 124(1), 147–154. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.023](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.023)
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B. & Kideys, A. E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, 223, 286–294. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.01.025](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025)
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C. & Thiel, M. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology*, 46, 3060-3075. DOI: [10.1021/es2031505](https://doi.org/10.1021/es2031505)
- Imhof, H. K., Ivleva, N. P., Schmid, J., Niessner, R. & Laforsch, C. (2013). Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles. *Current Biology*, 23(19), R867–R868. DOI: [10.1016/j.cub.2013.09.001](https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.09.001)
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K. L. (2015). Marine pollution. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. DOI: [10.1126/science.1260352](https://doi.org/10.1126/science.1260352)
- Jovanović, B. (2017). Ingestion of microplastics by fish and its potential consequences from a physical perspective. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(3), 510–515. DOI: [10.1002/ieam.1913](https://doi.org/10.1002/ieam.1913)
- Kapp, K. J. & Yeatman, E. (2018). Microplastic hotspots in the Snake and Lower Columbia rivers: A journey from the Greater Yellowstone Ecosystem to the Pacific Ocean. *Environmental Pollution*, 241, 1082–1090. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.06.033](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.06.033)
- Karlsson, T. M., Vethaak, A. D., Almroth, B. C., Ariese, F., van Velzen, M., Hasselöv, M. & Leslie, H. A. (2017). Screening for microplastics in sediment, water, marine invertebrates and fish: Method development and microplastic accumulation. *Marine Pollution Bulletin*, 122(1-2), 403-408. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.06.081](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.081)
- Kole, P.J., Löhr, A.J., Van Belleghem, F. & Ragas, A., 2017. Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 14, 1265. DOI: [10.3390/ijerph14101265](https://doi.org/10.3390/ijerph14101265)
- Kosuth, M., Mason, S.A. & Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *Public Library of Science*, 13(4), 1–18. DOI: [10.1371/journal.pone.0194970](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970)
- Lambert S. & Wagner, M. (2018). Microplastics Are Contaminants of Emerging Concern in Freshwater Environments: An Overview. In: Wagner M., Lambert S. (eds) *Freshwater Microplastics. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 58. Springer, Cham. DOI: [10.1007/978-3-319-61615-5_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5_1)
- Lassen, C., Hansen, S. F., Magnusson, K., Hartmann, N. B., Rehne Jensen, P., Nielsen, T.G. & Brinch, A. (2015). Microplastics: Occurrence, Effects and Sources of Releases to the Environment in Denmark; Danish Environmental Protection Agency: Copenhagen, Denmark, 2015.
- Li, L., Geng, S., Wu, C., Song, K., Sun, F., Visvanathan, C., Fazh', X. & Wang, Q. (2019). Microplastics contamination in different trophic state lakes along the middle and lower reaches of Yangtze River Basin. *Environmental Pollution*, 254, 112951. DOI: [10.1016/j.envpol.2019.07.119](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.07.119)
- Liebezeit, G. & Liebezeit, E. (2014). Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 31(9), 1574–1578. DOI: [10.1080/19440049.2014.945099](https://doi.org/10.1080/19440049.2014.945099)
- Luo, W., Su, L., Craig, N. J., Du, F., Wu, C. & Shi, H. (2019). Comparison of microplastic pollution in different water bodies from urban creeks to coastal waters. *Environmental Pollution*, 246, 174–182. DOI: [10.1016/j.envpol.2018.11.081](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.11.081)
- Mani, T., Hauk, A., Walter, U. & Burkhardt-Holm, P. (2015). Microplastics profile along the Rhine River. *Scientific Reports*, 5 (December), 1–7. DOI: [10.1038/srep17988](https://doi.org/10.1038/srep17988)
- Miranda, D. de A. & de Carvalho-Souza, G. F. (2016). Are we eating plastic-ingesting fish? *Marine Pollution Bulletin*, 103(1-2), 109-114. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2015.12.035](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.12.035)
- Moore, C. J., Lattin, G. L. & Zellers, A. F. (2011). Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 11(1), 65–73. DOI: [10.5894/rgci194](https://doi.org/10.5894/rgci194)
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., Arthur, C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastic in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2008). Proceedings of the International Research Workshop on the occurrence, effects and fate of microplastic marine debris. In: Arthur C, Baker J, Bamford H. (Eds.), Technical Memorandum NOS- OR&R-30. University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA September 9-11. pp.1-49.
- Olesen, K. B., van Alst, N., Simon, M., Vianello, A., Liu, F. & Vollertsen, J. (2017). Analysis of Microplastics using FTIR Imaging: Application Note. Agilent Application Note Environment.
- Plastic Europe, 2018. *Plastics—the Facts 2017* An analysis of European plastics production, demand and waste data. Annual Report. Association of Plastic Manufacturers, Brussels, pp. 1–41.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644. DOI: [10.5194/hess-11-1633-2007](https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007)
- Peters, C.A. & Bratton, S.P. (2016). Urbanization is a major influence on microplastic ingestion by sunfish in the Brazos River Basin, Central Texas, USA. *Environmental Pollution*, 210, 380–387. DOI: [10.1016/j.envpol.2016.01.018](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.01.018)
- Reed, S., Clark, M., Thompson, R. & Hughes, K. A. (2018). Microplastics in marine sediments near Rothera Research Station, Antarctica. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 460–463. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2018.05.068](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.068)
- Rist, S., Baun, A. & Hartmann, N. B. (2017). Ingestion of micro- and nanoplastics in *Daphnia magna* – Quantification of body burdens and assessment of feeding rates and reproduction. *Environmental Pollution*, 228, 398–407. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.05.048](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.048)
- Rochman, C.M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D.V., Lam, R., Miller, J.T., Teh, F.C., Weronilangi, S. & Teh, S.J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5. DOI: [10.1038/srep14340](https://doi.org/10.1038/srep14340)

- Royer, S.-J., Ferrón, S., Wilson, S.T. & Karl, D.M. (2018). Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *Public Library of Science*, 13(8), 1-13. DOI: [10.1371/journal.pone.0200574](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574)
- Salvador Cesa, F., Turra, A. & Baruque-Ramos, J. (2017). Synthetic fibers as microplastics in the marine environment: A review from textile perspective with a focus on domestic washings. *Science of The Total Environment*, 598, 1116–1129. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2017.04.172](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.172)
- Scopetani, C., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Esterhuizen-Londt M. (2019). Assessment of microplastic pollution: occurrence and characterisation in Vesijärvi lake and Pikku Vesijärvi pond, Finland. *Environmental Monitoring Assessment*, 191, 652. DOI: [10.1007/s10661-019-7843-z](https://doi.org/10.1007/s10661-019-7843-z)
- Siegfried, M., Koelmans, A.A., Besseling, E. & Kroeze, C. (2017). Export of microplastics from land to sea. A modelling approach. *Water Research*, 127, 249–257. DOI: [10.1016/j.watres.2017.10.011](https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.10.011)
- Su, L., Xue, Y., Li, L., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D. & Shi, H. (2016). Microplastics in Taihu Lake, China. *Environmental Pollution*, 216, 711–719. DOI: [10.1016/j.envpol.2016.06.036](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.036)
- Sundt, P., Schulze, P. E., Syversen, F. (2014). Sources of Microplastics-Pollution to the Marine Environment, Norway: Mepex Consult.
- Talvitie, J., Heinonen, M., Pääkkönen, J. P., Vahtera, E., Mikola, A., Setälä, O. & Vahala, R. (2015). Do wastewater treatment plants act as a potential point source of microplastics? Preliminary study in the coastal Gulf of Finland, Baltic Sea. *Water Science and Technology*, 72(9), 1495–1504. DOI: [10.2166/wst.2015.360](https://doi.org/10.2166/wst.2015.360)
- Tsang, Y.Y.Y., Mak, C.W.W., Liebich, C., Lam, S.W.W., Sze, E.T.P.T.-P. & Chan, K.M.M. (2017). Microplastic pollution in the marine waters and sediments of Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 115(1–2), 20–28. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2016.11.003](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.11.003)
- Turner, S., Horton, A.A., Rose, N.L. & Hall, C. (2019). A temporal sediment record of microplastics in an urban lake, London, UK. *Journal of Paleolimnology*, 61, 449–462. DOI: [10.1007/s10933-019-00071-7](https://doi.org/10.1007/s10933-019-00071-7)
- United Nations Environment Programme. 2014. Plastic waste causes financial damage of US\$13 billion to marine ecosystems each year as concern grows over microplastics. [cited 2019 August 19]. <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/plastic-waste-causes-financial-damage-us13-billion-marine-ecosystems>
- Wang, W., Yuan, W., Chen, Y. & Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters of Dongting Lake and Hong Lake, China. *Science of The Total Environment*, 633, 539–545. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.03.211](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.211)
- Wang, Z., Qin, Y., Li, W., Yang, W., Meng, Q. & Yang, J. (2019). Microplastic contamination in freshwater: first observation in Lake Ulansuhai, Yellow River Basin, China. *Environmental Chemistry Letters*, 17(4), 1821–1830. DOI: [10.1007/s10311-019-00888-8](https://doi.org/10.1007/s10311-019-00888-8)
- Wen, X., Du, C., Xu, P., Zeng, G., Huang, D., Yin, L., Yin, Q., Hu, L., Wan, J., Zhang, J., Tan, S. & Deng, R. (2018). Microplastic pollution in surface sediments of urban water areas in Changsha, China: Abundance, composition, surface textures. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 414–423. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2018.09.043](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.043)
- Xiong, X., Zhang, K., Chen, X., Shi, H., Luo, Z. & Wu, C. (2018). Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake – Qinghai Lake. *Environmental Pollution*, 235, 899–906. DOI: [10.1016/j.envpol.2017.12.081](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.081)
- Yin, L., Jiang, C., Wen, X., Du, C., Zhong, W., Feng, Z., Long, Y., Ma, Y. (2019). Microplastic pollution in surface water of urban lakes in Changsha, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(9), 1650. DOI: [10.3390/ijerph16091650](https://doi.org/10.3390/ijerph16091650)
- Yuan, W., Liu, X., Wang, W., Di, M. & Wang, J. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170, 180–187. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2018.11.126](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.126)
- Zbyszewski, M., Corcoran, P. L. & Hockin, A. (2014). Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America. *Journal of Great Lakes Research*, 40(2), 288–299. DOI: [10.1016/j.jglr.2014.02.012](https://doi.org/10.1016/j.jglr.2014.02.012)
- Zhang, K., Xiong, X., Hu, H., Wu, C., Bi, Y., Wu, Y., ... Liu, J. (2017). Occurrence and Characteristics of Microplastic Pollution in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir, China. *Environmental Science & Technology*, 51(7), 3794–3801. DOI: [10.1021/acs.est.7b00369](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00369)
- Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Liu, H., Yin, X., Cao, R., Wang, Q. (2018). Microplastic pollution in sediments from the Bohai Sea and the Yellow Sea, China. *Science of the Total Environment*, 640–641, 637–645. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.05.346](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.346)

Backyard fish farm features and farmers personal characteristics as correlates of profitability of aquaculture in Nigeria

Theophilus Miebi Gbigbi^{1*} • Felix Odemero Achoja²

¹ Department of Agricultural Economics and Extension, Faculty of Agriculture, Delta State University Asaba Campus. PMB 95074, Asaba, Nigeria

 <https://orcid.org/0000-0002-1335-7231>

² Department of Agricultural Economics and Extension, Faculty of Agriculture, Delta State University Asaba Campus. PMB 95074, Asaba, Nigeria

 <https://orcid.org/0000-0002-9705-4923>

Corresponding author: gbigbitheophilusmiebi@yahoo.com

Received date: 30.08.2019

Accepted date: 08.03.2020

How to cite this paper:

Gbigbi, T.M. & Achoja, F.O. (2020). Backyard fish farm features and farmers personal characteristics as correlates of profitability of aquaculture in Nigeria. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(2), 223-228. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.03](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.03)

Abstract: The purpose of this investigation was to deepen understanding of how farmer personal features and farm characteristics affect the profitability of backyard fish farms in south- south Nigeria. In order to achieve the aim of the study, primary data were collected on farmer and farm-based variables, using questionnaire from randomly selected fish farmers in 2018. Nested regression models were estimated to evaluate the separate and combined effects of farmer and farm characteristics of profitability. The results indicates that the mean age was 41 years, 84.4% of them were male and majority (90.0%) had secondary education and above. The mean farming experience was 8 years with mean household size of 9 persons. The findings revealed that backyard fish farming was profitable with a total revenue of ₦2, 233,800 (6111.63 USD), a total cost of ₦1, 404,280 (3842.08 USD) with a net income of ₦829520 (2269.55 USD) and BCR of 1.59. The benefit-cost ratio (BCR) of 1.59 implies that every ₦1.00 invested in backyard fish farming will yield additional income of ₦0.59k. The result shows that backyard fish farms profitability responds positively to farmers personal characteristics (age, years of experience, gender, education and family size). Farmer personal characteristics significantly and jointly explained 37% variation in profitability. Farm characteristics (stocking density and fertilizer) significantly and positively ($p < 0.05$) influenced profitability of backyard fish farms. The most important cost factors that negatively affected profitability are unit cost of feeds, fingerlings and water supply. It was recommended that backyard fish farmers should increase stock size, acquire more education as human capital development and form cooperative societies to address the constraint of inadequate access to credit facilities.

Keywords: Backyard, fish farmer, personal, farm characteristics, profit

INTRODUCTION

Backyard fish farming is the practice of rearing, growing or producing fish in managed water systems in the home of the farmers in a small scale basis. Fish farming is the world's fastest growing food production sub-sector, growing at an increasing rate. Fish is seen as the prime source of animal protein for over one billion people globally and provides many important nutritional and health benefits. Fish contained high level of proteins, fats, vitamins, calcium, iron and essential amino acids. In Nigeria, backyard fish farming is a land based system mostly practiced at subsistence level in fresh waters (Anyawu-Akeredolu, 2005). Commercial farming is yet to be well-known (Fagbenro, 2005). At present, most backyard fish farmers operate small-scale farms ranging from homestead concrete ponds (25 – 40 meters) to small earthen ponds (0.02 - 0.2 hectares). The industry produced over 85,000 tons of fish in 2007 (FDF, 2008). Fish farming if properly managed, will be profitable to alleviate poverty of farmers.

High proportion of households in in Sub-Saharan Africa are confronted with serious nutrition uncertainty particularly the poor. The issue of food insecurity day by day turn out to be severe because of population growth, snowballing incidence of HIV/AIDS epidemic, climate change and policy problem.

Furthermore, the upsurge in food prices sabotage food security and impends the means of support of the most susceptible by corroding their buying ability (Nawrotzki et al., 2013). Mitigation of food dearth can be achieved through the use of backyard fish farming to attain income.

A supply deficit of 2.04 million metric tons is therefore required to meet the ever increasing demand for fish in Nigeria. This demand and supply gap result to importation of frozen fish. Family unit continue to depend on backyard fish farming as an avenue to calm down food and nutrition security challenges and generate income against the risks and uncertainties of artisanal fishing output which has been declined by oil spillage from oil exploitation activities (Maroyi, 2009). Backyard fish farming has distinctiveness that make it a potential source of income among the rural folks.

Institutional reforms were undertaken by government at various levels to increase farmers productivity to encourage backyard fish farming. Some of these measures provided were subsidy for inputs and exemption from tax for fishermen. Despite the efforts of government, there is still a deficit in the supply and demand for fish by the people (Dada, 2004). There

is a paucity of literatures on the prominence of the fisheries industry through backyard fish farming and its income generating ability. Backyard fish farming is an indispensable sources of food availability and also significant for their socio-economic and cultural use tenets (Sunwar et al., 2006).

It is therefore necessary to look into the impediments in backyard fish farming to generate income for their sustainability and expansion. A veritable way of achieving this is to carry out economic study of backyard fish farmers personal and farm characteristics on their profitability which was lacking before now.

MATERIALS AND METHODS

Study Area

The study was conducted in South-South Nigeria. There are 6 states in the zone namely, Akwa Ibom, Cross River, Bayelsa, Rivers, Delta and Edo. It has a land area of 70,000 square kilometers and a population of 5,663,362 (NBS, 2017). It is located at latitude 4° and 7° North and longitude 3° and 9° East bordering the Atlantic Ocean on the southern end of Nigeria. The climate is characterized by a long rainy season from March /April through October. The vegetation of the area comprises of saline water swamp, mangrove swamp and rain forest and fresh water. There is therefore a tremendous potential for backyard fish farming in this area. Farming is the predominant economic activity of the people with fishing and arable crop farming. The crops grown are cassava, water yam, sweet potato, plantain, okra, pepper and vegetables

Sampling Technique

Multistage sampling technique was used to draw samples for the study. In the first stage, three states (Delta, Edo and Bayelsa) were purposively selected for their predominant in backyard fish farming and proximity. The second stage involved random selection of three Local Government Areas from the States to give a total of 9 Local Government Areas. The Local Government Areas are Bomadi, Burutu, Patani for Delta State, Brass, Southern Ijaw and Yenagoa for Bayelsa State and Esan central, Oredo and Owan East for Edo State. In the third stage, four communities were randomly selected from each of the Nine Local Government Areas to give a total of 36 communities. Finally, ten (10) backyard fish farmers were randomly selected from each of the 36 communities to give a total 360 farmers. The study used primary data which was generated through structured questionnaire and interview schedule administered with the help of trained enumerators.

Analytical Technique

Data were analyzed with the use of frequency counts, percentages, means, budgetary analysis and multiple regression model.

Model Specification

Budgetary Analysis

Cost and return analysis was used to determine the profitability of backyard fish farming. The net farm income was computed using the following equation.

$$NFI = GR-TC \text{----- equation (1)}$$

Where:

NFI = Net farm income (₦ means Nigeria naira)

GR= Gross revenue

GR= TR-TVC

TR= Total revenue

TC= Total cost

TC= TVC +TFC

TVC =Variable cost

TFC= Total fixed cost

The performance and economic worth of the backyard fish farmers can be determined by the use of various profitability indices computed. It is specified as:

$$\text{Profitability index (PI)} = \frac{NI}{TR} \text{-----equation (2)}$$

$$\text{Rate of Return on investment (RRI)} = \frac{NI}{TC} \times 100 \text{----equation (3)}$$

Where;

NI = Net income, TR = total revenue, TC = total cost.

PI was used to determine the extent to which investment in aquaculture farming is profitable, If PI > 1. RRI was used to measure the percentage of profit derived from aquaculture engagement. RRI is expected to be greater than the cost of capital for the investment to be worthwhile.

Regression Analysis

In order to ascertain the factors affecting profitability of backyard fish farming in the study area, a nested multiple regression model was employed. The nested regression model encapsulated farmers characteristics and farm variables. It is implicitly specified as:

$$\Pi = \sum \Sigma xy + e_i$$

$$\Pi = f(\sum x_i \sum y_i) + e_i$$

Where:

Π= Profit of aquaculture (₦)

Σxi=Aquaculture farmers related variable (characteristics)

Σyi=Aquaculture farm related characteristics

ei=stochastic error term

$$\Pi = f (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, \dots, X_n) + e \text{-----equation (4)}$$

It is explicitly stated as follow:

$$\Pi = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + b_5 X_5 + b_6 X_6 + b_7 X_7 + b_8 X_8 + X_n + e \text{-----equation (5)}$$

Four functional forms of the nested multiple regression models, (linear, semi-log, exponential and double log) was fitted to the data and the one with the best fit was chosen as the lead equation based on the economic, statistical and econometric criteria.

Where;

- Π= profit of backyard fish farmers (₦)
- X1= gender (dummy, male=1, otherwise =0)
- X2= age (years)
- X3= educational level (years)
- X4= household size (number of persons)
- X5= marital status (dummy, married=1, otherwise=0)
- X6= pond size (m²)
- X7= fishing experience (years)
- X8= fixed inputs (depreciated value of implement ₦)
- X9= cost of fish feeds (₦)
- X10= fertilizer cost (₦)
- X11= cost of fingerlings (₦)
- b0= constant
- b1 –bn = regression coefficients
- e= error term

RESULTS AND DISCUSSION

Socioeconomic characteristics of backyard fish farmers

Age: The percentage distributions of the respondents according to age showed that majority (52.2%) of the respondents fall between the age brackets of 30–39 years (Table 1). This was closely followed by 27.8% between the age categories of 40–49 years. About 17.8% were between 50–59 years and the least was 2.2% of the respondents between 20–29 years. The mean age was 41 years. This implies that those involved in backyard fish farming are still in their vibrant age to carry out tedious labour associated with fish farming venture. The result is in line with Olaoye et al (2015) that 76.7% of the respondents were within the active age group bracket of less than 50 years old.

Gender: The result in Table 1 shows that 58.9% of the backyard fish farmers were males and 41.1% were females. This implies that male backyard fish farmers dominated the study area. This result corroborates with Biummett et al (2010) that fishery activities are mostly dominated by males.

Educational level: The result indicated that respondents who had primary education were (10%), secondary education (53.3%) and post-secondary education was (36.7%) (Table 1). This suggests that all the respondents can read and write which could contribute to effective backyard fish farming in applying the needed technology. This result favourable supports Osondu et al (2014) that all the pond fish farmers in Abia State had some form of formal education.

Farming experience: The result showed that 7.8% of the respondents had farming experience between 1–3 years,

17.8% had 4–6 years, 32.2% had 7–9 years and 42.2% had 10–12 years backyard fish farming experience (Table 1). The average backyard fish farming experience of was 8 years in the study area. The results showed that the backyard fish farmers are relatively young in the business venture considering the number of years involved.

Household size: The household sizes were 0–4 persons (6.7%), 5–8 persons (58.9%) and 9–12 persons (34.4%) (Table 1). This revealed that majority (58.9%) of the respondents had household size of 5–8 persons. The average household size of backyard fish farmer was 9 persons in the study area. The implication is that backyard fish farmers have large family size that could possibly assist in farming activities.

Table 1. Socioeconomic characteristics of respondents

Age (Years)	Frequency	Percentage (%)	Mean/Mode
Age (Years)			
20–29	8	2.2	41years
30–39	188	52.2	
40–49	100	27.8	
50–59	64	17.8	
Total	360	100.0	
Gender			
Male	304	84.4	Male
Female	56	15.6	
Total	360	100.0	
Educational level			
No formal education	0	0.0	Secondary education
Primary education	36	10.0	
Secondary education	192	53.3	
Post-secondary education	132	36.7	
Total	360	100.0	
Farming experience (years)			
1–3	64	17.8	8 years
4–6	116	32.2	
7–9	152	42.2	
10–12	360	100.0	
Total			
Household size (Persons)			
0–4	24	6.7	9 persons
5–8	124	34.4	
9–12	212	58.9	
Total	360	100.0	

(Source: Survey data, 2018)

Cost and Returns Analysis of Backyard Fish Farmers

Cost Analysis of Backyard Fish Farmers

The total cost of production in backyard fish farming was ₦1,404,280 (3842.08 USD). Feed cost represents 63.9% of the production cost, labour accounted for 23.5% while fingerling cost accounted for 4.8% (Table 2). Other cost such as cost of transportation, fertilizer cost, drugs represent 7.8% of the cost of production. The study showed that the cost of feed, labour and fingerlings accounted for the highest proportion (92.2%) of the variable cost of production while tools/equipment accounted for 15.2%, land accounted for 84.8% of the total fixed cost of production in the area of study.

Analysis of Return on Investment

The result of returns analysis in Table 2 shows that the income from backyard fish farming in the study area was ₦2233800 (6111.63 USD) with a gross margin of ₦874780 (2393.38 USD) giving a net income of ₦829520 (2269.55 USD) and Benefit cost ratio (BCR) of 1.59. The benefit-cost ratio (BCR) of 1.59 implies that every ₦1.00 invested in backyard fish farming will yield additional income of ₦0.59k. This means that backyard fish farming will yield additional income of ₦0.59k. This showed that backyard fish farming is profitable. This result is in agreement with the work of Okwu and Acheneje (2011) who unveiled fish farming in Benue State as profitable. The Rate of Return (ROR) in backyard fish farming is 59%. This shows that every ₦1.00 invested, 59 kobo is gained by the backyard fish farmer.

Table 2. Cost and returns analysis of backyard fish farming

Income/Cost items	Amount (₦)	Percentage
Variable costs		
Labour cost	319500	23.5
Fertilizer cost	40800	3.0
Fingerling cost	64750	4.8
Feed cost	869010	63.9
medication cost	13710	1.0
Transportation cost	51250	3.8
Total variable costs	1359020	100.0
Fixed cost items		
Tools/equipment	6900	15.2
Land depreciation	38360	84.8
Total fixed cost	45260	100.0
Total cost	1404280	
Revenue	2233800	
Gross margin	874780	
Net farm income (NFI)	829520	
Benefit cost ratio (BCR)	1.59	
Profitability index (PI) NI/TR	0.371	
Rate of Return on Investment	59.1%	

(Source: Survey data, 2018) 1USD = ₦365.5

Profitability Determinants of Backyard Fish Farmers

Regression Result on Personal Characteristics

The regression analysis was carried out to examine the personal characteristics of backyard fish farmers on profitability in the study area. Based on the economic and statistical criterion, the double-log model was chosen as the lead equation and the results as presented in Table 3. The coefficient of determination, R^2 values of 0.3659 indicates that 37% of the variation in the value of fish output is explained by the explanatory variables while 63% of the variation in the value of fish output is determined by other factors not considered. The performance of the analysis of variance showed that F-ratio of 33.95 was significant at 1% probability level.

The result in Table 3 displays that the coefficient of age (-1.796453) of the respondents was statistically significant at 1% probability level and negatively related to the profit of backyard fish farming. This means that as age of the respondents

increased, profit decrease with output. The decreased of profit among the elderly respondents could be due to the fact that at old age, the respondents become very weary, conservative and less innovative on backyard fish farming.

The coefficient of years of fishing experience (0.7849744) was significant at 1% probability level and positively influenced profitability of backyard fish farming. This implies that as years of fishing experience increases, profit generated also increases. This finding is in consonance with previous study (Ugwumba and Chukwuji, 2010).

The coefficient of educational level (0.6723942) was statistically significant at 1% probability level and positively related to profit of backyard fish farming. This means that as educational level increased, profit generated from backyard fish farming is also increased.

The coefficient of household size (0.0328392) was significant at 5% level and positively related to profit of backyard fish farming. This means that as household size of the respondents increases, profit increases as output of labour increases.

The coefficient of marital status (0.9567213) was significant at 1% level and positively related to profit. This means that as more of the respondents get married, backyard fish farming increased resulting to profit maximization.

Table 3. Personal characteristics influencing profitability of backyard fish farmers

Variables	Linear	Exponential	Semi-log	Double log
Age of farmer	-1031.398 (-3.33)***	-0.0423359 (-5.60)***	-43568.82 (-3.80)***	-1.796453 (-6.52)***
Fish experience	2074.197 (2.90)**	0.1038209 (5.95)***	17076.82 (3.64)***	0.7849744 (6.95)***
Gender	-854.9106 (-0.15)	0.3124044 (2.28)**	135.6866 (0.23)	0.1493057 (1.36)
Education	7022.121 (2.19)**	0.2933751 (3.74)***	15921.92 (2.54)**	0.6723942 (4.46)***
Household size	2185.501 (1.36)	0.0500514 (1.28)	5944.908 (1.30)	0.0328392 (2.27)**
Marital status	12948.75 (2.28)**	0.6170156 (4.44)***	18577.08 (2.03)**	0.9567213 (4.35)***
Constant	26319.13 (1.30)	6.861168 (13.89)***	169592.6 (3.99)***	1.205411 (1.18)
R^2	0.1270	0.3351	0.1425	0.5830
F-ratio	8.56	29.65	9.78	44.23

(Source: Survey data, 2018) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Regression Result on Farm Characteristics

The double-log model was chosen as the lead equation and the results as presented in Table 4. The coefficient of determination, R^2 value was 0.6579 indicating that 66% of the variation in the value of fish output is explained by the explanatory variables while 34% of the variation in the value of fish output is determined by other factors not considered. The performance of the analysis of variance showed that F-ratio was 136.18 and significant at 1% probability level.

The coefficient of pond size (0.2006892) was positive and significant at 1% probability level. This implies that an increase in pond size would lead to a corresponding increase in fish profitability. The result agreed with the findings of Inoni and Oyaide (2007) who reported that pond size had a positive influence on fish output. This implies that the larger the size of the pond, the higher the quantity of fish harvested.

The coefficient of feeds cost (-0.3186127) was negative and statistically significant at 1% probability level. The sign of the variables is consistent with a priori expectation. This implies an inverse relationship with profit of the backyard fish farmers. This indicates that decrease in the cost of feed would increase the profit level of the respondents. This agreed with the findings of Nwosu and Onyeneke (2013) study on the effect of productive inputs of pond fish production on the output of fish in Imo State, Nigeria.

The coefficient of fingerling cost (-0.1974257) was negative and highly statistically significant at 1% probability level. The sign of the variable is consistent with a priori expectation. This implies that an increase in fingerling cost would lead to decrease in the profit level of backyard fish farmers. The result is in tandem with Ezech et al., (2008) who obtained similar result.

The coefficient of fixed inputs cost (0.2630881) was positive and significant at 1% probability level. The implication is that the more the amount expended on fixed inputs, the higher amounts that will be realized from fish farms in the study area. This result is in consonance with the findings of Yusuf et al (2002). The coefficient of fertilizer cost (-0.3620293) was negatively significant at 1% probability level. This implies that increase in fertilizer cost will lead to a corresponding decrease in the value of fish profit in the study area. The result agrees with the findings of Agboola (2011).

Table 4. Farm characteristics influencing profitability of backyard fish farmers

Variables	Linear	Exponential	Semi-log	Double log
Pond size	703.7406 (2.10)**	0.0209556 (2.81)**	9114.499 (3.42)**	0.2006892 (3.98)***
Feed cost	-0.0857462 (-6.40)***	-3.51e-06 (-11.75)***	- 6589.437 (-4.25)***	-0.3186127 (-10.86)***
Fingerling cost	-0.0830751 (-6.14)***	-3.51e-06 (-11.63)***	- 3842.277 (-2.29)**	-0.1974257 (-6.21)***
Fixed inputs	0.2093426 (1.34)	8.79e-06 (-2.52)**	6649.021 (2.23)**	0.2630881 (4.67)***
Fertilizer cost	-0.0181072 (-1.52)	-1.70e-06 (-6.42)***	- 7812.198 (-5.11)***	-0.3620293 (-12.52)***
Constant	61819.75 (12.59)***	10.38062 (94.87)***	141002 (3.32)**	13.96797 (17.41)***
R ²	0.1958	0.4902	0.2504	0.6579
F-ratio	17.24	68.08	23.65	136.18

(Source: Survey data, 2018) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Table 5 shows the results of the combine effect of farmers and farm characteristics on profitability of backyard fish farming.

Table 5. Factors influencing profitability of backyard fish farmers (Pooled)

Variables	Linear	Exponential	Semi-log	Double log
Age of farmer	468.3775 (1.51)	0.0228949 (3.51)***	20420.83 (1.74)*	0.7033695 (3.32)**
Fish experience	550.0365 (0.75)	0.0406886 (2.65)**	5020.697 (1.05)	0.1960263 (2.28)**
Gender	-8290.15 (-1.41)	-0.1276305 (-1.03)	-1725.486 (-2.86)**	-0.0345476 (-3.17)***
Education	3195.631 (1.02)	0.1578444 (2.40)**	6424.67 (1.08)	0.2420319 (2.26)**
Household size	2704.843 (1.75)*	0.0849036 (2.62)**	6360.182 (1.50)	0.198519 (2.59)**
Marital status	7839.483 (1.43)	0.4197825 (3.64)***	6444.217 (0.75)	0.455944 (2.95)**
Pond size	673.8244 (2.01)**	0.0178523 (2.54)**	9676.102 (3.67)***	0.2108254 (4.43)***
Feed cost	- 0.0685785 (-4.62)***	-2.64e-06 (-8.45)***	-3658.203 (-2.01)**	-0.2173888 (6.62)***
Fingerling cost	-0.078782 (-4.69)***	-2.69e-06 (-8.45)***	-2916.14 (-1.62)	-0.1470537 (-4.53)***
Fixed inputs	0.1622181 (1.02)	7.88e-06 (2.36)**	5491.28 (1.88)*	0.2248882 (4.19)**
Fertilizer cost	- 0.0241327 (-1.98)***	-1.82e-06 (-7.07)***	-8980.687 (-5.76)***	-0.3841844 (-13.64)***
Constant	34094.5 (1.58)***	8.978581 (19.84)***	20730.65 (0.29)	8.568836 (6.53)***
R ²	0.2252	0.5634	0.2879	0.7035
F-ratio	9.20	40.82	12.79	75.08

(Source: Survey data, 2018) *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Constraints facing backyard fish farmers

The result in Table 6 revealed that the major constraints affecting backyard fish farming are access to credit facilities which has the highest with 97.2% which tends to hindered efficient production of fish. About 96.7% are faced with problem of inadequate capital. Market price instability was confirmed as a constraint factor by 95.0% of the respondents. This can discourage further production to avoid incurring a loss. About 92.8% of the respondents encountered problem of theft which make it difficult to enhance maximum production to realize huge gain. 86.7% of the respondents indicated that water supply hampers their productivity which reduced their profitability in backyard fish farming. The result showed that 86.1% of the respondents faced problem of disease which reduced their output to affect profit maximization. Access to land was stated a factor influencing their production as demonstrated by 81.1% of the respondents in the study area. This result is in agreement with Osondu and Ijioma (2014) on their study on analysis of profitability and production determinants of fish farming in Abia State.

Table 6. Constraints facing backyard fish farmers

Constraints	Frequency	Percentages (%)	Constraint Ranking
Theft	167	92.8	4 th
Access to credit facilities	175	97.2	1 st
Water supply	156	86.7	5 th
Disease outbreak	155	86.1	6 th
Market price instability	171	95.0	3 rd
Inadequate capital	174	96.7	2 nd
Access to Land	146	81.1	7 th

(Source: Survey data, 2018)

CONCLUSION

Profitability of backyard fish farming in South-South, Nigeria was investigated in this study. The result revealed that backyard fish farming was carried out by mostly male. The studies showed that all the respondents involved in backyard fish farming were educated implying that education is a necessary condition to encourage participation in adopting modern technologies. The findings showed that the experience of the backyard fish farmers was 8 years is indicative of the new entrant. Backyard fish farming is a profitable venture with BCR of 1.59. The factors that contributed positively to profitability of backyard fish farming in the study area were gender, age, educational level, household size, marital status, pond size, fish farming experience, fixed inputs, feeds, fertilizer cost and cost of fingerlings. These were statistically significant at 1%, 5% and 10% respectively.

REFERENCES

- Agboola, W.L. (2011). Improving fish farming productivity towards achieving food security in Osun State, Nigeria: A Socio-economic analysis. *Annals of Biological Research*, 2(3): 62 - 74
- Anyawu-Akeredolu, B. (2005). Urban aquaculture in Nigeria. World Aquaculture Society. Annual Report. [www.was.org/meetings/abstract data](http://www.was.org/meetings/abstract_data).
- Biummett, R.E., Yonaleu, J.L.N., Tian, A. & Kenmegne, M. (2010). Women's traditional fishery and alternative aquatic resource livelihood strategies in the Southern Cameroonian Rain Forest. *Fisheries Management and Ecology*, 17: 221 – 230. DOI: [10.1111/j.1365-2400.2009.00702.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2009.00702.x)
- Dada, R.V. (2004). Profitability of artisanal fish farming in Badagry Local Government Area of Lagos State. Unpublished B.Tech. Thesis, Ladoke Akintola University of Technology Ogbomosho Oyo State Nigeria.
- Ezeh, C.I., Anene, A. & Anya, I.P. (2008). The socio-economic and profitability of pond catfish production system in Abia State, Nigeria. *Journal of Food and Fibre Production*, 1(1): 127 – 136.
- Fagbenro, O.A., (2005). Aquaculture in Nigeria: history, status and prospects. A report of FAO World Fish Centre Workshop. Cameroon.
- FAO, (2006). Fisheries management in the Federal Republic of Nigeria. www.fao.org/fi/fc/en/NGA/body, retrieved on January 13, 2006.
- FDf, (2008). Fisheries Statistics of Nigeria. Fourth edition, 1995 –2007, Nigeria pp. 48
- Inoni, O.E., & Oyaide, W.J. (2007). Socio-economic analysis of artisanal fishing in the South Agro-ecological zone of Delta State, Nigeria. *Agricultura Tropical et Subtropica*, 40(4): 135 – 149.
- Maroyi, A. (2009). Traditional home gardens and rural livelihoods in Nhema, Zimbabwe: a sustainable agroforestry system. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 16(1), 1–8. DOI: [10.1080/13504500902745895](https://doi.org/10.1080/13504500902745895)
- Nawrotzki, R.J., Robson, K., Gutilla, M.J., Hunter, L.M., Twine, W., Norlund, P. (2013). Exploring the impact of the 2008 global food crisis on food security among vulnerable households in rural South Africa. *Food Security*, 6: 283–297. DOI: [10.1007/s12571-014-0336-6](https://doi.org/10.1007/s12571-014-0336-6)
- National Bureau of Statistics (2017). Demographic Statistics Bulletin. nigerianstat.gov.ng/download
- Nwosu, C.S., & Onyeneke, R.U. (2013). Effect of productive inputs of pond fish production on the output of fish in Owerri Agricultural zone of Imo State, Nigeria. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 2 (1): 23 – 28.
- Okwu, O.J. & Acheneje, S (2011). Socio economic analysis of fish farming in Makurdi, Local Government Area, Benue State, Nigeria. *European Journal of Social Sciences*, 23(4): 508 – 519.
- Olaoye, O.J., Awotunde, J.M., Onifade, O.T., Akintayo, I.A. & Agunbiade, D (2015). Assessment of youth attitude towards fish production in Abeokuta metropolis, Ogun State, Nigeria. *International Journal Agricultural Economics and Rural Development*, 7(1): 24 – 31.
- Osondu, C.K., & Ijioma, J.C. (2014). Analysis of profitability and production determinants of fish farming in Umuahia capital territory of Abia State, Nigeria. *World Journal of Agricultural Science*, 2(7): 168 – 176.
- Sunwar, S., Thornstrom, C., Subedi, A. & Bystrom, M. (2006). Home gardens in western Nepal: opportunities and challenges for on-farm management of agrobiodiversity. *Biodiversity Conservation*, 15, 4211–4238. DOI: [10.1007/s10531-005-3576-0](https://doi.org/10.1007/s10531-005-3576-0)
- Ugwumba, C.O.A. & Chukwuji, C.O (2010). The economics of catfish production in Anambra State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 6(4): 105-109.
- Yusuf, S.A., Ashiru, A.M. & Adewuyi, S.A. (2002). Economics of fish farming in Ibadan Metropolis. *Tropical Journal of Animal Science*, 5(2): 81 – 88. DOI: [10.4314/tjas.v5i2.50137](https://doi.org/10.4314/tjas.v5i2.50137)

The problems confronting backyard fish farmers were access to credit facilities, inadequate capital, market price instability, theft, water supply, disease outbreak, and access to land. Considering the developmental benefits derivable from backyard fish farming, it is imperative to expand backyard fish farming to engage also the females for increase production for sustainability. It can be concluded that backyard fish farming is a profitable venture for the study area. Considering the above, the following recommendations are made:

1. More females should be encouraged to engage in backyard fish farming. This will go a long way to increase national income since more involvement will increase aggregate fish output and contribution to gross domestic product (GDP).
2. The Federal government should establish special credit scheme for the aquaculture sector because fish farming is capital intensive.
3. Fish farmers should be exposed to aquaculture-specific workshops and training to improve their human capital for enhance productivity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge all the works done by previous authors whose works were cited in the process of writing this article.

Yeşil çay ekstresinin soğuk muhafaza koşullarında depolanan levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarında kaliteye etkisi

The effect of green tea extract on the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets in cold storage conditions

Elifcan Duman^{1*} • Can Altınelataman²

¹ Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 35100 İzmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-3918-5722>

² Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100 İzmir, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-7105-2276>

Corresponding author: elifcanduman@gmail.com

Received date: 05.12.2019

Accepted date: 08.03.2020

How to cite this paper:

Duman, E. & Altınelataman, C. (2020). The effect of green tea extract on the quality of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets in cold storage conditions. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 229-236. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.04)

Öz: Sahip olduğu yüksek besin değerine karşın muhafaza ömrü kısa olan su ürünlerinde, diğer gıdalarda da olduğu gibi antioksidanlar, muhafaza süresince kalitenin korunması amacı ile kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; tüketicinin de kolaylıkla uygulayabileceği bir yöntem olan klasik demleme yöntemi ile elde edilen yeşil çay ekstraktı kullanılarak levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetolarının 0-4 °C'deki oksidatif stabilitesini gözlemlemektir. Belirlenen konsantrasyonlarda (0,4-0,8-1,2 g/ml) ve daldırma sürelerinde (10-20 dk) yeşil çay ekstraktı uygulanıp 0-4 °C'de depolanan filetoların, depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARs) analizi, duyu analizi ve renk analizi gerçekleştirilmiştir. Literatüre bağlı olarak önemli bir etki beklenmemesine rağmen toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) analizi de ilave olarak yapılmıştır. Analizlerin sonucunda, yeşil çay ekstraktı uygulanmış tüm örneklerin TBARs sonuçları, 9 günlük depolamanın ardından kontrol grubunun sonuçları ile kıyaslandığında, anlamlı farklar bulunmuştur (p<0,05). Depolamanın sonunda 4. grup (0,8 g/ml-20dk) 0,31±0,009 µ mol MDA/ g değeri ile en iyi sonuçları verirken, diğer gruplar ile arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır (p<0,05). Yeşil çay ekstraktının; beklendiği üzere önemli bir antimikrobiyal ve duyu analizi etkisi göstermediği belirlenmiştir. Renk değerlerine ise içeriğinde bulunan renk maddeleri doğrultusunda yeşil rengini ifade eden a* değerinde negatif yönde artışa ve sarı rengini ifade eden b* değerlerinde pozitif yönde artışa neden olmuştur. Bu çalışmanın sonucunda, levrek filetolarında doğal antioksidan olarak yeşil çay ekstraktının kullanılabilir olduğu bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Yeşil çay, antioksidan, levrek, raf ömrü, gıda uygulamaları

Abstract: Despite its high nutritional value, antioxidants are used in aquaculture products that have a short lifetime, as in other foods, to maintain quality during preservation. The purpose of this study; it is to observe the oxidative stability of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) filets at 0-4 °C using green tea extract obtained by classical brewing method, which is a method that can be applied by the consumer with ease. Determined concentrations (0.4-0.8-1.2 g / ml) and immersion times (10-20 min) green tea extract is applied and the filets stored at 0-4 °C Thiobarbituric acid reagents (TBARs) analysis, sensory analysis and color analysis were performed on days 0, 3, 6 and 9 of storage. Depending on the literature, although no significant effect is expected, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) analysis was also performed additionally. As a result of the analyzes, significant differences were found when the TBARs results of all samples with green tea extract applied were compared with the results of the control group after 9 days of storage (p <0.05). At the end of storage, the 4th group (0.8% g / ml-20min) gave the best results with 0.31 ± 0.009 µ mol MDA / g and there is a significant difference was found between the other groups (p <0.05). Green tea extract; As expected, it was determined that it did not have a significant antimicrobial and sensory effect. The color values caused a negative increase in the a* value, which expresses its green color as expected due to the color substances in its content, and a positive increase in the b* values, which express the yellow color. As a result of this study, it was found that green tea extract can be used as natural antioxidant in sea bass filets.

Keywords: Green tea, antioxidant, sea bass, shelf life, food applications

GİRİŞ

Balık, besleyici bir gıda olarak her zaman önemli sayılmış, genel diyet önerileri içerisinde yerini daima koruyan ve fonksiyonel bir besin maddesi olarak sağlıkta çok önemli role sahip bir besindir. Balık yağı ile zenginleştirilmiş insan diyetinin bilişsel bozuklukların önlenmesinde ve beyin gelişiminde yararlı etkileri olduğu tespit edilmiştir (Özoğul vd., 2018). Bunların yanı sıra, balık etinin dayanım ömrü diğer etlere kıyasla oldukça kısadır (Dursun ve Erkan, 2009). Yüksek derecede bozulabilir olan ve kısa bir raf ömrüne sahip olan taze balık filetolarının kalitesindeki bozulma; lipid oksidasyonu,

enzim aktivitesi ve mikroorganizmaların metabolik aktivitelerinden kaynaklanır (Arashisar vd., 2004).

Su ürünlerinde lipid oksidasyonundaki artış, yağ asitlerinin kimyasal yapısına, ürünün üretim şekline, gıdaların pişirilme ya da depolama şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Oksidasyonun engellenmesi için ise gıdaların daha düşük sıcaklıkta tutulması, oksidasyonu hızlandıran enzimlerin inaktive edilmesi, uygun paketleme sistemlerinin kullanılması ve antioksidan maddeler kullanımı gibi yöntemler uygulanabilmektedir (Yanishlieva, 2001).

Sentetik gıda katkı maddelerinin güvenilirliklerinin test edilmesi için çok ciddi çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda sentetik antioksidanların toksik aktiviteye sahip olduğu ve insanlar için de kanserojen etki gösterebileceği sonucuna varılmıştır (Yingming vd., 2004). Katkı maddesi içermeyen doğal ürünlere yönelik artan tüketici talepleri ve yeni üretim teknikleri doğal katkı maddelerine olan ilgiyi arttırmıştır. Antioksidanlar, az miktarlarda kullanımıyla bile yağ oksidasyonunu engelleyen ya da geciktiren gıda katkı maddelerinin önemli bir grubudur. Gıdalarda, butil hidroksianisol, butil hidroksitoluen ve tersiyer bütül hidroksinon gibi sentetik antioksidanlar ya da tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler, flavonoidler, aminoasitler, fosfolipidler ve steroller gibi doğal antioksidanlar kullanılmaktadır (Gümüş vd., 2019).

Yeşil çay ile ilgili yapılmış çalışmalar, yeşil çayın nutrasötikler ve fonksiyonel gıdalar gibi büyüyen bir pazarda yer almasını sağlamıştır. Yeşil çay ekstresi antioksidan özelliklere sahip polifenolik bileşenler içerir. Baskın aktif bileşenleri; katesinler olarak bilinen flavanol monomerlerdir. Bu bileşiklerden en etkilileri epigallokatesin-3 gallat ve epikatesin-3-gallattır (Senanayake, 2013). Yeşil çayın su ürünlerinde kullanıldığı çalışmaların yanı sıra (Wanasundara ve Shahidi, 1998; El-Hanafy vd., 2010; Kulawik vd., 2019; Jamróz vd., 2019), domuz sosisinde (Lin vd., 2011), et emülsyonlarında (Jongberg vd., 2015; Bozkurt, 2006), yoğurta (Muniandy vd., 2016; Jaziri vd., 2009) ve daha pek çok farklı gıda grubunda antioksidan olarak kullanımının denendiği çalışmalar mevcuttur.

Yoğun bir ticari öneme sahip olan ve yoğun bir şekilde yetiştiriciliği yapılan türlerden birisi olan levrek (*Dicentrarchus labrax*), Akdeniz bölgesindeki en önemli ekonomik balık türlerinden biridir (Smart, 2001). Levrek kaliteli, lezzetli, hassas ve pahalı bir balık türüdür. Aynı zamanda beyaz et oranı yüksek, tadı yumuşak ve az yağlı içeriğe sahiptir (Body vd., 1992). Yetiştiricilik yoluyla elde edilen üretimin son 10 yıl içerisinde giderek arttığı göz önüne alındığında levrek üretiminin bu artışın en büyük paydaşı olduğu görülmektedir. Bu tür, genel olarak, tüm ya da filetolanmış halde, Türkiye'deki pazarın büyük bir kısmı tarafından tüketilmektedir. Deniz levreği normalde buzdolabında depolandığında oldukça sınırlı raf ömrüne sahip olduğundan, yurt içinde tüketildiği ve büyük miktarlarda ihraç edildiği için, ürünü korumak oldukça önemlidir (Uçar ve Özoğul, 2019).

Bu çalışmada, yeşil çay ekstresinin antioksidan özelliklerinden yararlanmak amacıyla, bu ekstrenin farklı konsantrasyonlarında ve farklı daldırma sürelerinde levrek filetolarındaki etkisi kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerle değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Yeşil çayın ekstraksiyonu

Çalışmada ekstresi elde edilmek amacıyla ile süpermarketlerden temin edilen, 100'er gramlık teneke

ambalajlar haline satılan toz yeşil çay (*Camellia sinensis*) kullanılmıştır. Antioksidatif özelliklerinden yararlanılacak olan yeşil çayın kullanımı; sıcak su ilavesi ile klasik demleme yönteminin ardından süzme işlemi ile yeşil çay ekstresinin elde edilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki çalışmaların çoğunda; Wanasundara ve Shahidi'nin (1998) kullandığı 100, 200, 500 ve 1000 ppm ile El-Hanafy vd. (2010)'nin kullandığı % 2, 4 ve 6 değerleri arasındaki konsantrasyonlarda çözümler kullanılmıştır. Bu çalışmada da benzer şekilde konsantrasyon olarak ara değerler olan 0,4 - 0,8 - 1,2 g yeşil çay / 100 ml su olacak şekilde 3 farklı konsantrasyon uygulanmıştır. Konsantrasyonlara göre gereken yeşil çay miktarı tartıldıktan sonra, gereken miktarda içme suyu kalitesinde kaynar su ile 10 dakika demlenip, kaba filtre kâğıdı ile süzülükten sonra oda sıcaklığına (25 °C) gelmesi beklenmiştir.

Balığa antioksidan uygulanması ve depolama koşulları

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarı'na günlük olarak ve soğuk zincir kırılmadan strafor içerisinde getirilmiş 30 adet orta boy levrek derili bir şekilde filetolanarak 60 adet fileto elde edilmiştir. Antioksidan uygulaması; örneklerin belirlenen farklı gruplara göre (Tablo 1), hazırlanan solüsyona 10 ve 20 dakika daldırılarak oda sıcaklığı koşullarında bekletilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Daldırma işlemi 8'er adet filetodan oluşan 6 grup için ayrı ayrı yapılırken, kontrol grubu herhangi bir işlem uygulanmadan doğrudan buzdolabı koşullarına alınmıştır. Ardından örnekler 3'er dakika süzülükten sonra 8 filetodan oluşan gruplar halinde boyutları 26x28 cm olan fermuarlı buzdolabı torbalarına yerleştirilerek laboratuvarında bulunan buzdolabında (0-4 °C) depolanmıştır. Analizler için 0., 3., 6. ve 9. günlerde torbalardan gerekli miktarlarda alındıktan sonra, torbalar tekrar buzdolabı koşullarına konulmuştur.

Tablo 1. Grupların adlandırılması

Table 1. Names of groups

Grup Adı	Yeşil Çay Konsantrasyonu (g/ml)	Bekletme Süresi (dk)
K	-	-
1	0,4	10
2	0,4	20
3	0,8	10
4	0,8	20
5	1,2	10
6	1,2	20

Analiz yöntemleri

Tiyobarbütrik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi 0., 3., 6. ve 9. günlerde olmak üzere dört kez, Lemon (1975)'in uyguladığı yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Çözelti olarak %0,1'lik Propil Gallat ve %7,5'lik TCA kullanılmıştır. 45 gram

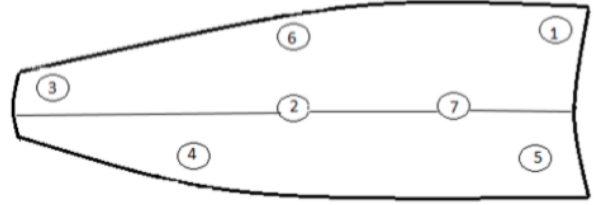
örneğe 45'er ml çözümlerden eklendikten sonra homojenize edilmiştir. Homojenize edildikten sonra süzülen örneklerden, 3'er grup olacak şekilde 4'er ml tüplere alınmıştır ve üzerlerinde 4'er ml TBA reaktifi eklendikten sonra 40 dakika süre ile su banyosunda (100 °C) beklemeye alınmıştır. Soğumaları beklenerek 530 nm dalga boyunda köre karşı optik dansitesi okunmuştur. Ölçülen absorpsiyon değerleri kullanılarak TBARS değerleri hesaplanmıştır.

Balıkların çiğ olarak duyuşal değerlendirmesi, Poli vd. (2006)' nin Avrupa Birliği Konseyi tarafından, belirli balıkçılık ürünleri için ortak pazarlama standartlarının belirlendiği 2406/96 sayılı konsey tüzüğünden (1996) yararlanarak kullandıkları duyuşal değerlendirme tablosu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tablo en iyi puan 3, en düşük puan 0 olacak şekilde puanlamak üzere 3 parametreden oluşmaktadır. Her bir parametre için 0; kabul edilemeyecek duyuşal özelliklere sahip balık etini gösterirken, daha yüksek puanlar daha yüksek kaliteyi belirtmiştir. Duyusal analizler konu ile yakından ilgili olan Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan 7 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir.

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı 0. ve 7. günlerde Plate Count Agar (PCA) besi yeri kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın asıl hedefi yeşil çay ekstresinin oksidatif kaliteye etkisini ölçmek olduğu için, mikrobiyolojik analiz günleri 0. gün ve mikrobiyal limitin aşılacağına düşünöldüğü 7. gün şekilde belirlenmiştir. Kültürel sayım dökme plak yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan seri dilüsyonlardan 1 ml alınıp 3 paralelli ekim yapılmıştır ve plaklar 30±1°C'de 48±3 saat inkübasyona bırakılmıştır (ICMSF,

1983). İnkübasyon bitiminde bütün koloniler "toplam bakteri" olarak sayılmıştır.

Balığın kalitesi ve yeşil çay ekstresinin renk verici özelliğinin ne boyutta olduğunu saptamak amacıyla DR LANGE Spektro-pen (Hach-Lange GmbH & Co., Dusseldorf, Germany) renk ölçüm cihazı kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Filetoların iç kısmından alınan renk ölçümleri her örnekte aynı noktalar olmak üzere 7 noktadan alınmıştır (Şekil 1) ve bu değerlerin ortalaması kullanılmıştır (Erdem vd., 2011). Ölçüm sonuçları değerlendirmesi Schubring (2003) metodu kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1. Fileto üzerinde renk ölçümü alınan noktalar
Figure 1. Color measurement points on fillet

Çalışmadan elde edilen bulgular SPSS 16.0 for windows (SPSS, 2007, Version 16.0.0 Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak istatistiksel olarak One way Anova ve Duncan Çoklu Testi kullanılarak %95 güven eşliğinde değerlendirilmiştir.

BULGULAR

TBARS analizi sonuçları; depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde, yeşil çay ekstresi uygulanmış ve uygulanmamış levrek filetolarında Tablo 2'de olduğu gibi tespit edilmiştir.

Tablo 2. Levrek filetoları deney grupları TBARS (μ mol MDA/g balık) değerleri

Table 2. TBARS (μ mol MDA / g fish) values of sea bass filelets experimental groups

TBARS	Çalışma						Grupları	
	Gün	K	1	2	3	4	5	6
0.	0,36 ± 0,042 ^{a4}	0,38 ± 0,012 ^{a4}	0,28 ± 0,04 ^{b3}	0,25 ± 0,007 ^{b3}	0,35 ± 0,005 ^{a2}	0,15 ± 0,005 ^{c4}	0,17 ± 0,008 ^{c3}	
3.	0,52 ± 0,009 ^{b3}	0,48 ± 0,002 ^{a3}	0,32 ± 0,013 ^{c3}	0,27 ± 0,007 ^{d3}	0,20 ± 0,003 ^{e4}	0,36 ± 0,002 ^{b2}	0,17 ± 0,014 ^{f3}	
6.	0,87 ± 0,065 ^{a2}	0,72 ± 0,012 ^{b1}	0,52 ± 0,017 ^{c2}	0,44 ± 0,005 ^{d2}	0,38 ± 0 ^{d1}	0,31 ± 0,01 ^{e3}	0,39 ± 0,005 ^{d2}	
9.	0,98 ± 0,009 ^{a1}	0,60 ± 0,01 ^{d2}	0,65 ± 0,006 ^{c1}	0,48 ± 0,005 ^{f1}	0,31 ± 0,009 ^{g3}	0,70 ± 0,002 ^{b1}	0,54 ± 0,002 ^{e1}	

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Başlangıç değerlerine göre; kontrol grubunun TBARS değeri ile kıyaslandığında 1 ve 4 numaralı gruplar hariç tüm grupların TBARS değerleri anlamlı olarak daha düşük çıkmıştır. 3.gün kontrol grubunun, 1. grubun ve 5. grubun TBARS değeri artış göstermiştir. 0,52 μ mol MDA/g değeri ile kontrol grubunun oksidasyon seviyesi en yüksektir. TBARS değerlerinde anlamlı bir düşüş saptanan tek grup, %0,8'lik konsantrasyona sahip yeşil çay ekstresinde 20 dakika bekletilmiş olan 4. gruptur.

6. gün 5. grup hariç tüm gruplarda artış olmuştur. 5. grubun istatistiksel olarak gruplar arası ve grup içi en düşük TBARS değerine sahip olduğu görölmüştür. Depolamanın son günü olan 9. günde 1. ve 4. grup hariç tüm deney gruplarında depolama süresince oluşan en yüksek değerler tespit edilmiştir. Kontrol grubu 1,05 μ mol MDA/ g olarak tespit edilirken, yeşil çay ekstresi uygulanmış grupların TBARS değeri anlamlı şekilde düşük olmuştur. %8 'lik yeşil çay ekstresinde 20

dakika daldırılan 4. grupta, TBARs sonuçlarına göre oksidasyonu önlemede diğer gruplardan daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

Duyusal analiz sonuçları; depolamanın 0., 3., 6. ve 9. günlerinde, yeşil çay ekstresi uygulanmış ve uygulanmamış levrek filetolarında [Tablo 3](#)'te olduğu gibi tespit edilmiştir.

Tablo 3. Levrek filetoları deney gruplarının duyusal analiz sonuçları
Table 3. Sensory analysis results of sea bass filets experimental groups

Duyusal	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	2,00± 0 ^{a1}	2,33± 0,01 ^{a1}	3,00± 0,002 ^{a1}	2,00± 0 ^{a1}	2,33± 0,003 ^{a1}	2,00±0 ^{a1}	2,33± 0,01 ^{a1}
3.	1,66± 0 ^{b12}	2,33± 0,6 ^{ab1}	3,00± 0,6 ^{a1}	1,66± 0,6 ^{ab1}	2,33±0 ^{ab1}	2,33± 0,1 ^{ab1}	2,00± 0,6 ^{ab12}
6.	1,00± 0,6 ^{a2}	2,00± 0 ^{a1}	0,66± 0,6 ^{a2}	1,66± 0,6 ^{a1}	2,00±0 ^{a1}	1,66± 0,6 ^{a2}	1,66± 0,6 ^{a2}
9.	0,00± 0 ^{a3}	0,00±0 ^{a2}	0,66±0,6 ^{a2}	0,00±0 ^{a2}	0,66±0,6 ^{a2}	0,00±0 ^{a3}	0,66±0,6 ^{a3}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde, depolamanın ilk günü olan 0. günde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (p>0.05). 6. günün sonunda 2., 5. ve 6. grupların skor değerinde anlamlı düşüşler olduğu görülmektedir. 2. grup hariç, grup içi en düşük skor değeri 9. günde saptanmıştır. 3. ve 6. grupta ise grup içi skor değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Depolamanın son günü olan 9. günde grupların değerlendirme skorları arasında anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre 2. grubun tüketilebileceği maksimum gün sayısı 3 iken, kontrol dahil diğer grupların raf ömrü 6 gün olarak belirlenmiştir.

Grupların 0. ve 7. güne ait toplam aerobik mezofilik bakteri sayım sonuçları [Tablo 4](#)'te görülmektedir.

Tablo 4. 4 °C de depolanan levrek filetolarının TAMBS değişimi (logkob/g)
Table 4. TAMBS change of sea bass filets stored at 4 °C (logkob / g)

TAMBS	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	4,25± 0,23	4,34± 0,03	4,38± 0,3	4,30± 0,05	4,00± 0,2	4,08± 0,04	3,74±0,09
7.	8,86± 0,3	8,71± 0,05	8,74±0,16	8,47±0,12	8,49±0,3	8,61±0,9	8,79±0,07

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk)

Sonuçlara bakıldığında; henüz depolama sonlanmadan 7. günde mikrobiyal yükün ICMSF'nin önerdiği 106 - 107 kob/g olan sınır değerini aştığı görülmektedir. Bu nedenle mikrobiyal açıdan raf ömrü sınırlaması yapılmamıştır.

Depolama süresince kontrol grubu ve yeşil çay ekstresi uygulanmış diğer grupların 0., 3., 6. ve 9. günler için ölçülen L*, a* ve b* değerleri [Tablo 5](#), [Tablo 6](#) ve [Tablo 7](#)'de verilmiştir.

Tablolarda belirtilen değerler her bir örnek için [Şekil 1](#)'de belirtilen 7 noktadan ölçülen değerlerin ortalaması alınarak oluşturulmuştur. Sonuçlar değerlendirilirken CIE Lab sisteminde L parlaklığı (0'dan 100'e kadar derecelendirme siyahtan beyaza); a (+) kırmızıyı veya (-) yeşili ve b (+) sarıyı veya (-) maviyi belirtmektedir. Sonuçlar [Schubring \(2003\)](#) metoduna göre değerlendirilmiştir.

Tablo 5. Levrek filetoları deney grupları L* değerleri
Table 5. Sea bass filets experimental groups L* values

L*	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	34,02 ± 1.75 ^{b2}	35,05 ± 0.90 ^{ab2}	36,98 ± 2.82 ^{a2}	35,77 ± 2.81 ^{a2}	35,57 ± 0.97 ^{a2}	34,18 ± 1.35 ^{b2}	33,87 ± 0.58 ^{b1}
3.	39,47 ± 0.79 ^{b1}	40,72 ± 2.22 ^{ab1}	42,90 ± 1.18 ^{a1}	41,50 ± 1.23 ^{a1}	41,27 ± 1.25 ^{ab1}	39,65 ± 0.92 ^{b2}	39,30 ± 1.18 ^{b1}
6.	34,98 ± 0.75 ^{c2}	36,07 ± 1.78 ^{bc2}	38,05 ± 3.29 ^{b2}	38,87 ± 4.49 ^{b12}	41,78 ± 2.77 ^{a1}	41,22 ± 2.67 ^{a1}	36,70 ± 0.75 ^{b2}
9.	31,84 ± 1.18 ^{c3}	39,57 ± 0.97 ^{b1}	41,78 ± 0.90 ^{ab1}	38,20 ± 0.58 ^{b12}	43,37 ± 1.25 ^{a1}	42,81 ± 0.75 ^{a1}	35,81 ± 0.92 ^{c2}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Tablo 6. Levrek filetoları deney grupları a* değerleri
Table 6. Sea bass filets experimental groups a* values

a*	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	1,68 ± 1.07 ^{a1}	-0,038 ± 0.27 ^{b1}	-0,04 ± 0.32 ^{b1}	-0,17 ± 0.56 ^{b1}	-0,23 ± 0.43 ^{b1}	-4,03 ± 0.91 ^{c2}	-0,04 ± 0.44 ^{b1}
3.	-0,24 ± 0.19 ^{a2}	-0,28 ± 0.74 ^{a1}	0,23 ± 0.42 ^{a1}	-0,84 ± 0.58 ^{ab2}	-0,46 ± 0.71 ^{a1}	-1,08 ± 0.68 ^{b1}	-0,98 ± 0.55 ^{b2}
6.	0,21 ± 0.77 ^{a1}	-0,25 ± 0.68 ^{b1}	0,028 ± 0.69 ^{a1}	-0,11 ± 0.69 ^{b1}	-0,97 ± 0.31 ^{b12}	-1,03 ± 0.42 ^{c1}	-0,01 ± 0.43 ^{b1}
9.	-0,03 ± 0.27 ^{a2}	-1,83 ± 0.44 ^{b2}	-1,44 ± 0.71 ^{b2}	-0,54 ± 0.31 ^{a2}	-1,96 ± 0.68 ^{b2}	-0,23 ± 0.69 ^{a1}	-0,24 ± 0.42 ^{a1}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Tablo 7. Levrek filetoları deney grupları b* değerleri
Table 7. Sea bass filets experimental groups b* values

b*	Çalışma Grupları						
	Gün	K	1	2	3	4	5
0.	0,98 ± 0.90 ^{c2}	-2,60 ± 0.82 ^{d3}	4,28 ± 1.92 ^{b1}	11,05 ± 2.69 ^{a1}	-0,11 ± 0.72 ^{d3}	-0,17 ± 0.98 ^{d3}	0,39 ± 0.84 ^{c3}
3.	3,11 ± 0.56 ^{b1}	2,65 ± 0.97 ^{b1}	1,61 ± 0.75 ^{c2}	5,85 ± 0.83 ^{a2}	3,81 ± 0.70 ^{ab1}	2,88 ± 1.14 ^{b2}	2,43 ± 0.75 ^{bc2}
6.	1,20 ± 0.70 ^{b2}	-0,27 ± 2.11 ^{c2}	1,65 ± 1.87 ^{b2}	7,58 ± 2.25 ^{a2}	-0,07 ± 0.93 ^{c3}	-0,35 ± 2.01 ^{c3}	0,57 ± 0.83 ^{b3}
9.	3,78 ± 0.82 ^{b1}	-0,27 ± 0.72 ^{d2}	0,62 ± 0.75 ^{cd3}	1,43 ± 0.70 ^{bc3}	2,48 ± 1.92 ^{b2}	6,01 ± 0.97 ^{a1}	3,50 ± 0.56 ^{b1}

(K:kontrol, 1:0,4g/100ml-10dk, 2:0,4g/100ml, 20dk, 3:0,8g/100ml, 10dk, 4:0,8g/100ml, 20dk, 5:1,2g/100ml, 10dk, 6:1,2g/100ml, 20 dk) a, b, c, d, e, f, g:farklı harfler gruplar arası istatistiksel farkı ifade eder. 1, 2, 3, 4:farklı sayılar gruplar içi farkı ifade eder (n=3, p<0.05)

Depolamanın 0. gününde, L* değerlerinde 2 numaralı grup diğer gruplardan daha parlak olarak ölçülmüştür, fakat 1, 3 ve 4 numaralı gruplar ile arasında anlamlı bir fark olmadığı sonuçlarda görülmektedir. En yüksek a* değeri 1,68 ile kontrol grubunda ölçülmüştür. b* değerleri arasında ise -2,60 ile 1. grup en düşük değere sahiptir.

Depolamanın 3. gününde L* değerlerinde genel bir artış görülmüştür. 5. ve 6. gruplar hariç diğer grupların L* değerleri arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır. a* değerlerine bakıldığında ise 2. ve 5. grup hariç düşüş görülmektedir. En düşük a* değerleri 5. ve 6. gruplarda görülmüştür. b* değerlerinde ise 2. ve 3. grup hariç genel bir artış söz konusu

olmakla birlikte, 3. ve 4. grupların b* değerleri anlamlı ölçüde yüksek çıkmıştır.

6. güne bakıldığında; 5. grubun L* değerlerinde anlamlı bir artış görülmekle birlikte, 4. grup hariç diğer gruplarda anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. 4. ve 5. grubun L* değeri en yüksektir. a* değerlerine bakıldığında, yalnızca 6. ve 3. grupta anlamlı bir artış görülmüş, diğer herhangi bir grupta anlamlı bir değişim görülmemiştir.

Depolamanın son gününde; L* değerinde kontrol ve 1. gruplarda düşüş, 2. grupta ise artış anlamlı bulunmuş, diğer grupların değerlerinde 6. güne göre anlamlı bir fark görülmemiştir. a* değerlerinde 5. grupta anlamlı bir artış, 4. grup hariç diğer tüm gruplarda ise anlamlı bir düşüş görülmüştür. b* değerlerinde ise kontrol grubunda, 4., 5. ve 6. gruplarda anlamlı bir artış, 2. ve 3. gruplarda ise düşüş görülmüştür.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada; levrek örneklerinin, [Connell \(1975\)](#) ve [Mendes \(2008\)](#)'in balık etinde acılaştırma limiti olarak belirttiği 1-2 µ mol MDA/g TBARs değerlerine ulaşmadığı gözlenmiştir. Kontrol grubu $0,98 \pm 0,009$ µ mol MDA/g değeri ile 9. depolama gününün sonunda limit değerine en yakın değeri vermiştir. Yeşil çay ekstresi uygulanmış tüm örneklerin 9 günlük depolama sonundaki TBARs değerleri ile kontrol grubunun TBARs değerleri arasındaki fark anlamlıdır.

Aynı konsantrasyona sahip çözeltilere farklı sürelerde daldırılarak oluşturulan gruplar incelendiğinde, 20 dakika daldırma uygulanan grupların 10 dakika daldırma uygulanan gruplara göre daha düşük TBARs değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Optimum konsantrasyon ve daldırma süresi % 0,8 ve 20 dakika olarak gözlenmiştir.

[Yapıcı vd. \(2015\)](#)'nin levrek balığı üzerine farklı konsantrasyonlarda kurutulmuş günlük ağacı yaprağı ekstresi uyguladıkları çalışmada da, bu çalışmaya benzer şekilde depolama süresinin sonunda herhangi bir grubun TBA değerinin limiti aşmadığı belirtilmiştir. [Acar \(2012\)](#), farklı balıklara zeytin yaprağı ekstresi uyguladığı çalışmanın sonucunda, levrek balığında bu çalışmada olduğu gibi hiçbir grubun TBARs değerinin limiti aşmadığını, fakat farklı konsantrasyonlarda zeytin yaprağı ekstresi uygulanan gruplar arasında istatistiksel fark olduğunu belirtmiştir. Bu durumun, levrek balığının yağ miktarının diğer balık türlerine göre daha az olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Fakat doğal levreğe göre doymuş yağ asidi miktarı istatistiksel olarak anlamlı bir farka sahip olan kültür levreği ([Baki vd., 2015](#)), depolama süresinin sonunda limit değerini aşmamasına karşın TBARs değerinin değişimini gözlemek için ideal bir balık türü olduğundan dolayı birçok çalışmada kullanılmıştır.

Depolamanın başlamadığı, yalnızca yeşil çay çözeltisi uygulamasının yapıldığı 0. gün sonuçlarında, kontrol grubu ile kıyaslandığında; 1 ve 4 (0,4 g/100 ml-10dk / 0,8 g/100 ml-20 dk) numaralı gruplar dışındaki tüm grupların TBARs değerinde anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Benzer bir fark [Acar \(2012\)](#)'in çalışmasında da gözlenmiştir. Zeytin yaprağı ekstresi uygulanmış gruplar, kontrol grubu ve BHT kullanılmış grup ile

kıyaslandığında anlamlı bir istatistiksel fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).

[Wanasundara ve Shahidi \(1998\)](#), farklı balık yağlarına 100, 200, 500 ve 1000 ppm seviyelerinde yeşil çay ekstresini 65 °C'de Schaal fırın koşulları altında uyguladıkları çalışmalarında, 200 ppm'lik ekstrenin uygulandığı grupta mükemmel bir antioksidan etki gözlemlediklerini belirtmişlerdir. [Jongberg vd. \(2015\)](#), farklı konsantrasyonlardaki yeşil çay ekstresinin et emülsyonlarında antioksidatif etkisini inceledikleri çalışmada 100, 500 ve 1500 ppm konsantrasyonlarından optimum konsantrasyonu 100 ppm olarak belirtmişlerdir. Buradan yola çıkılarak; ideal konsantrasyonun kullanılan balığa/et türüne ve uygulama sıcaklığına göre farklılaşabileceği yorumu yapılabilir. Ayrıca yeşil çay ekstresinin elde edilme şekli de antioksidatif etkiyi ve dolayısı ile optimum konsantrasyonu değiştirebileceği düşünülmektedir.

Duyusal analiz sonuçları incelendiğinde; yalnızca 3. günde kontrol grubu ile % 0,4'lük ekstrede 20 dakika daldırma işlemine tabi tutulmuş olan 2. grup arasında anlamlı fark görülmüş, diğer günlerde hiçbir grubun duyusal değerlendirme skorları arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır. 2. grup 6. günün sonunda reddedilirken, diğer gruplar 9. gün reddedilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre raf ömrü; 2. grup için 3 gün, diğer gruplar için 6 gün olarak belirlenmiştir. [Yapıcı vd. \(2015\)](#)'nin çalışmasında da benzer şekilde kontrol grubu duyusal açıdan tüketilebilir limitin altına, diğer gruplara göre yalnızca 3 gün daha erken inmiştir.

Mikrobiyolojik analizler yalnızca depolamanın ilk ve 7. günlerinde yapıldığı için, [ICMFS \(1983\)](#)'nin kabul edilemez değer olarak belirttiği 106 - 107 kob/g'ı depolamanın hangi günü geçtiği saptanamamıştır. Depolamanın son günü bu limit aşılmıştır. Ancak 0. gün sonuçları, 6. grubun mikrobiyal açıdan daha iyi durumda olduğunu göstermektedir.

[Yapıcı vd. \(2015\)](#)'nin günlük ağacı yaprağı ekstraktı ve levrek ile yaptığı çalışmada TMAB sayısının depolama süresince limiti aşmadığı, [Durmuş \(2016\)](#)'un bitkisel yağlardan oluşturulmuş nanoemülsyonları levreğe uyguladığı çalışmasında kontrol grubunun 8.günde, uygulama yapılmış grupların 10. günde limiti aştığı, [Lorenzo vd. \(2014\)](#)'nin yeşil çay ekstresi uygulanan domuz köftesinin modifiye atmosferde depolandığı çalışmasında, TMAB sayısının inhibe olduğu belirtilmiştir. [Jaziri vd. \(2009\)](#)'nin ticari yoğurda yeşil çay takviyesini inceledikleri çalışmada ise yeşil çayın yoğurt oluşumu için gerekli olan laktik asit bakterileri üzerinde bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Bu sonuçlar ışığında, yeşil çayın antimikrobiyal etkisinin diğer çalışmalarda kullanılan bitkilere göre daha az olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı gıdalarda ve/veya farklı teknolojilerle kombinasyon halinde kullanımının daha işlevsel olabileceği düşünülmektedir.

Renk ölçüm sonuçlarına göre L*, a* ve b* değerlerinden L* ve b* değerlerinin + yönde, a* değerinin - yönde olmak üzere genel bir artış içerisinde oldukları belirlenmiştir. L* değerleri genel olarak bir artış içerisindedir. a* ve b* değerlerinin ölçüm sonuçlarının ise, yeşil çayda bulunan sarımsı renge sahip flavanollerden ve klorofilden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dinçer vd. (2009)'nin Ege Denizi ve Karadeniz'de kültüre edilmiş levreklerin kalite parametrelerini kıyasladığı çalışmada, derisiz filetoların homojenat haline getirilmesinin ardından ölçülen a* değerleri sırası ile 0,53 ve 0,93 olarak belirlenirken, b* değerleri yine sırası ile 14,88 ve 14,84 olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar ile bu çalışmanın sonuçları kıyaslandığında, a* ve b* değerlerinin beklendiği şekilde Dinçer vd. (2009)'nin çalışmasındaki değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bunların yanı sıra, renk ifade eden bu değerler, gözlemler ile uyumlu sonuçlar olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada yeşil çay ekstresi, su ürünlerinde antioksidan olarak kullanım açısından umut verici bulunmuştur. İlerleyen çalışmalarda yeşil çayın farklı

antioksidan kaynaklarıyla ve/veya farklı teknolojilerle kombinasyon halinde kullanılması düşünülebilir.

TEŞEKKÜR

'Farklı konsantrasyonlardaki yeşil çay ekstraktının levrek (*Dicentrarchus labrax*) filetoları üzerindeki antioksidatif etkisi' adlı yüksek lisans tezinden oluşturulmuş olan bu çalışma, 20. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu'nda (Mersin, 24-26 Eylül 2019) sözlü olarak sunulmuştur. Araştırma için örnek teminindeki ve çalışma esnasındaki yardımları için Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi çalışanlarına ve öğrencilerine teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Acar, C. (2012). Soğukta Depolanmış Sardalya (*Sardina pilchardus*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Kıymalarına Zeytin Yaprağı Ekstresinin Etkisi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi.
- Arashisar, S., Hisar, O., Kaya, M. & Yanik, T. (2004). Effects of modified atmosphere and vacuum packaging on microbiological and chemical properties of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) filets. *International Journal of Food Microbiology*, 97, 209–214. DOI: [10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.024)
- Baki, B., Gönener, S. & Kaya, D. (2015). Comparison of Food, Amino Acid and Fatty Acid Compositions of Wild and Cultivated Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 175-179. DOI: [10.4194/1303-2712-v15_1_19](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_1_19)
- Body, L.C., Green, D.P. & LePors, L.A. (1992). Quality changes of pond raised hybrid striped sea bass during chillpack and refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 59–62. DOI: [10.1111/j.1365-2621.1992.tb05424.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb05424.x)
- Bozkurt, H. (2006). Utilization of natural antioxidants: green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73(3), 42-50. DOI: [10.1016/j.meatsci.2006.01.005](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.01.005)
- Connell, J.J. (1975). Methods of assessing and selecting for quality. In: Control of Fish Quality (edited by J.J. Connell). England: Fishing News Books Ltd: Surrey, (pp. 107–132).
- Dinçer, T., Cadun, A. & Gamsız, K. (2009). Ege Deniz ve Karadeniz'de Kültüre Edilmiş Levreğin Kalite Parametrelerinin Kıyaslanması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24, 25-37.
- Durmuş, M. (2016). Bitkisel Yağlar Kullanılarak Oluşturulan Nanoemülsiyonların Soğukta (2±2°C) Ve Vakum Paketlenerek Depolanan Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Filetolarının Duyusal, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Kalitesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi. Adana, 2016.
- Dursun, S. & Erkan, N. (2009). Yenilebilir Protein Filmler Ve Su Ürünlerinde Kullanımı. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 3, 352-373.
- El-Hanafy, A.E.A., Shawky, H.A. & Ramadan M.F. (2010). Preservation of *Oreochromis niloticus* fish using frozen green tea extract: impact on biochemical, microbiological and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 639-648. DOI: [10.1111/j.1745-4549.2011.00513.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00513.x)
- Erdem, Ö.A., Dinçer, M.T., Çaklı, Ş. & Balaban, M. (2011). Su Ürünlerinde Bilgisayarlı Resim Analizi Ve Spektrofotometrik Renk Ölçüm Metodunun Kıyaslanması. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 2011. (pp.66) Antalya, Türkiye: Bildiri Kitabı.
- Gümüş, B., Ünlüsayın, M. & Gümüş, E. (2019). Gıdalarda Deniz Kaynaklı Makroalg Özütü Kullanımı ve Lipit Oksidasyonunu Önlemede Antioksidan Etkisi. *Akademik Gıda*, 17(3), 389-400. DOI: [10.24323/akademik-gida.647727](https://doi.org/10.24323/akademik-gida.647727)
- ICMSF, 1983, Métodos recomendados para el análisis microbiológico en alimentos, In: Microorganismos de los alimentos, I. Técnicas de análisis microbiológicos, 2da, Ed. Acirbia, Zaragoza, España, 105-280.
- Jamróz, E., Kulawik, P., Guzikiwna, P. & Duda, I. (2019). The verification of intelligent properties of furcellaran films with plant extracts on the stored fresh Atlantic mackerel during storage at 2 °C. *Food Hydrocolloids*, 97, 105-211. DOI: [10.1016/j.foodhyd.2019.105211](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105211)
- Jaziri, I., Slama, M.B., Mhadhbi, H., Urdaci, M.C. & Hamdi, M. (2009). Effect of Green and Black Teas (*Camellia sinensis* L.) On The Characteristic Microflora Of Yogurt During Fermentation And Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 112, 614-20. DOI: [10.1016/j.foodchem.2008.06.017](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.017)
- Jongberg, S., Terkelsen Lde, S., Miklos, R. & Lund, M.N. (2015). Green Tea Extract Impairs Meat Emulsion Properties By Disturbing Protein Disulfide Cross-Linking. *Meat Science* 100, 2-9. DOI: [10.1016/j.meatsci.2014.09.003](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.09.003)
- Kulawik, P., Jamróz, E., Zając, M., Guzik, P. & Tkaczewska, J. (2019). The effect of furcellaran-gelatin edible coatings with green and pu-erh teaextracts on the microbiological, physicochemical and sensory changes of salmon sushi stored at 4°C. *Food Control*, 100, 83-91. DOI: [10.1016/j.foodcont.2019.01.004](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.01.004)
- Lemon, D.W. (1975). An Improved TBA Test For Rancidity. In New Series Circular, no 51; Oceans Canada, Halifax Laboratory: Halifax, Nova Scotia.
- Lin, Y., Huang, M., Zhou, G., Zou, Y. & Xu, X. (2011). Prooxidant effects of the combination of green tea extract and sodium nitrite for accelerating lipolysis and lipid oxidation in pepperoni during storage. *Journal of Food Sciences*, 76(5), 694-700. DOI: [10.1111/j.1750-3841.2011.02187.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02187.x)
- Lorenzo, J.M., Sineiro, J., Amado, I.R. & Franco, D. (2014). Influence Of Natural Extracts On The Shelf Life Of Modified Atmosphere-Packaged Pork Patties. *Meat Science* 96, 26-34. DOI: [10.1016/j.meatsci.2013.08.007](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.007)
- Mendes, R., Pestana, C. & Gonçalves, A. (2008). The Effects Of Soluble Gas Stabilisation On The Quality Of Packed Sardine Fillets (*Sardina pilchardus*) Stored In Air, VP And MAP. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 2000-2009. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2008.01809.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01809.x)
- Muniandy, P., Shori, A.B. & Baba, A.S. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 8 (2016), 1–8. DOI: [10.1016/j.foodpsl.2016.02.002](https://doi.org/10.1016/j.foodpsl.2016.02.002)
- Özoğul, Y., Uçar, Y., Takadaş, F., Durmuş, M., Köşker, A.R. & Polat, A. (2018). Comparison of green and conventional extraction methods on lipid yield and fatty acid profiles of fish species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(12). DOI: [10.1002/ejlt.201800107](https://doi.org/10.1002/ejlt.201800107)
- Poli, B.M., Messini, A., Parisi, G., Scappini, F., Vigiani, V., Giorgi, G. & Vincenzini, M. (2006). Sensory, Physical, Chemical And Microbiological Changes In European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Filets Packed Under Modified Atmosphere/Air Or Prepared From Whole Fish Stored in

- Ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 444–454. DOI: [10.1111/j.1365-2621.2005.01094.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01094.x)
- Senanayake, S.P.J. (2013). Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications – A review. *Journal of Functional Foods* 5, 1529 – 1541. DOI: [10.1016/j.jff.2013.08.011](https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.011)
- Schubring, R. (2003). Colour measurement for the determination of the freshness of fish. In: J.B. Luten, J. Oehlenschläger and G. Olafsdottir, Editors, *Quality of fish from catch to consumer: Labelling, monitoring and traceability*, Wageningen Academic Publishers, 251-263, Netherland.
- Smart, G. (2001). Problems of sea bass and sea bream quality in the Mediterranean. In S. C. Kestin & P. D. Warriss (Eds.), *Farmed Fish Quality* (pp. 120–128). Oxford: Fishing News (Books)/Blackwell
- Uçar, Y. & Özoğul, F. (2019). The Effects of Nisin Used at Different Concentrations on Color Changes of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758) Fillets Under Chilled and Vacuum Packed Conditions. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10), 1657-1669. DOI: [10.24925/turjaf.v7i10.1657-1669.2783](https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i10.1657-1669.2783)
- Wanasundara, U. & Shahidi, F. (1998). Antioxidant And Pro-Oxidant Activity Of Green Tea Extracts In Marine Oils. *Food Chemistry*, 63, 335-342. DOI: [10.1016/S0308-8146\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00025-9)
- Yanishlieva, N. (2001). *Inhibiting Oxidation Antioxidants in Food: Practical Application*. Cambridge England: Woodhead Publishing Limited. pp. 22-70. DOI: [10.1016/9781855736160.1.22](https://doi.org/10.1016/9781855736160.1.22)
- Yapıcı, H., Baygar, T., Metin, C. & Alparslan, Y. (2015). Günlük Ağacı (*Liquidambar orientalis*) Yapraklarından Elde Edilen Ekstraktın Kültür Levreğinin (*Dicentrarchus labrax*) Raf Ömrü ve Et Kalitesi Üzerine Etkisi. *Journal of Food and Health Science*, 1(4), 166-177. DOI: [10.3153/JFHS15016](https://doi.org/10.3153/JFHS15016)
- Yingming, P., Ying, L., Hengshan, W. & Min, L. (2004). Antioxidant Activities of Several Chinese Medicine Herbs. *Food Chemistry*, 88, 347- 350. DOI: [10.1016/j.foodchem.2004.02.002](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.002)

Ahtapotun (*Octopus vulgaris*) metal düzeylerinin değerlendirilmesi: sağlık riskleri tahmini

Evaluation of metal levels of common octopus (*Octopus vulgaris*): health risks estimation

Ali Rıza Kosker

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Adana, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0002-4807-3546>

Corresponding author: akosker@cu.edu.tr

Received date: 07.10.2019

Accepted date: 11.03.2020

How to cite this paper:

Kosker, A.R. (2020). Evaluation of metal levels of common octopus (*Octopus vulgaris*): health risks estimation. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 237-244. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.05](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.05)

Öz: Mersin Körfezi'nden kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde avlanan *Octopus vulgaris* türü ahtapotun manto ve kol dokularındaki 13 farklı metalin (Mg, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Al, Cr, As, Cd ve Pb) düzeyleri belirlenmiştir. Bulguların dokular ve mevsimler arası karşılaştırmaları yapılmıştır. Ekonomik açıdan önemli bir tür olan ahtapotların tüketiminin tüketici sağlığı açısından olası riskleri, yetişkin ve çocuk tüketicilerin öğünlerinde haftada 1, 3 ya da 5 gün ahtapot tüketmeleri olasılıkları doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Haftalık Tahmini Alım Düzeyi (EWI), kanserojen olmayan Hedef Tehlike Oranı (THQ) ve Yaşam Boyu Kanserijen Riski (CR) hesaplamaları yapılmıştır. Pb düzeyinin FAO, AB ve Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen limit düzeyin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. EWI değerlerinin, EFSA ve FAO/WHO tarafından belirlenen PTWI değerlerinin altında olduğu belirlenmiştir. Tüketici açısından kanser dışı sağlık risklerinin göstergesi olan THQ ve Σ THQ değerlerinin <1 belirlenmiştir. Kanserijen risk açısından As, Cr ve Cd elementleri için bu değerlerin (>10⁻⁵) tüketici için kanserojen risk teşkil ettiği ancak Pb değerlerinin risk teşkil etmediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ahtapot, *Octopus vulgaris*, THQ, EWI, Tüketici sağlığı

Abstract: The levels of 13 different metals (Mg, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Al, Cr, As, Cd and Pb) in mantle and arm tissues of *Octopus vulgaris* species, which were caught from Mersin Bay in winter, spring and summer seasons, were determined. The results were compared between the tissues and seasons. Potential health risks of consumption of common octopus, which is an economically important species, were evaluated with the possibility that adult and child consumers will consume common octopus 1, 3 or 5 days a week. In this context, Estimated Weekly Intake Level (EWI), non-carcinogenic Target Hazard Quotient (THQ) and Lifetime Carcinogenic Risk (CR) were determined. Pb level was found to be above the limit level determined by FAO, EU and Turkish Food Codex. EWI values were found to be below the PTWI values determined by EFSA and FAO / WHO. THQ and Σ THQ values, which are indicative of non-cancer health risks for consumers, were determined as <1. In terms of carcinogenic risk, it was determined that these values (> 10⁻⁵) for As, Cr and Cd elements pose a carcinogenic risk to the consumer, but Pb values do not pose a risk.

Keywords: Common octopus, *Octopus vulgaris*, THQ, EWI, consumer health

GİRİŞ

Cephalopodlar dünya genelinde besleyici ve yaygın deniz ürünleri arasında kabul edilmektedirler (Sangiuliano vd., 2017). Bu grupta yer alan deniz ürünleri arasında *O. vulgaris* (Cuvier, 1797) türü de dünya genelindeki yüksek ekonomik ve ekolojik önemi ile öne çıkan bir cephalopod türüdür. *O. vulgaris* Akdeniz ve doğu Atlantik deki en yaygın ve bol ahtapot türü olmasının yanı sıra Brezilya, Afrika ve Japonya kıyılarında da bulunmaktadır (De Luca vd, 2016; Nessim ve Riad, 2003; Şen, 2006). Akdeniz ve Atlantik okyanusunun Avrupa kıyılarındaki yaygın dağılımın etkisiyle çok uzun yıllar boyunca Özellikle Avrupa'da yüksek ticari ve gastronomik değere sahip bir gıda ürünü olarak görülmüştür (Arechavala-Lopez vd, 2019). Dünya geneli avlanma miktarı 2016 yılı için 35.930 tondur (FAO, 2019). Son yıllarda da gerek Avrupa gerekse de bu türün yaygın dağılım gösterdiği diğer bölgelerde önemli bir balıkçılık

ürünü olarak pazar payı daha da artmaktadır (De Luca vd., 2016). Türkiye'de de özellikle kıyı bölgelerinde talep gören ve önemli bir ekonomik değere sahip olan ahtapot (*O. vulgaris*), aynı zamanda yurtdışına da ihraç edilen önemli bir üründür (Şen, 2006). Türkiye'de 2018 yılında *O. vulgaris* türünün avlanma miktarı 223.7 tondur (TUİK, 2019).

Bazı araştırmacılar bu türün besinsel özellikleri ile ilgili çalışmalar yapmışlardır Araştırmalar ahtapotun besinsel içeriği ve yağ asidi profili açısından zengin içeriğini sahip olduğunu bildirmişlerdir (Zlatanov vd., 2006; Ozogul vd., 2008; Ayas, 2012). Besinsel kompozisyon ve yağ asidi içeriği çalışmalarının yanı sıra bu türün metal içeriğiyle ilgili de çok sayıda çalışma mevcuttur (Yazkan vd., 2004; Küçüksezgin, 1999; Storelli, 2009; Miramand ve Guary, 1980; Arechavala-Lopez vd., 2019; Napoleão vd., 2005; Barone vd., 2015; Storelli vd., 2012).

Denizlerdeki kirliliğin artışı su ürünlerinde kirlilik faktörlerinin ve düzeylerinin de araştırılmasında artışa neden olmuştur. Kentleşme ve sanayileşmenin genel anlamda doğaya vermiş olduğu zararlar günümüzün popüler sorunları arasındadır. Özellikle denizel ekosistemler üzerine kirlenici faktörlerin zararları denizel organizmaların yanı sıra besin zinciri aracılığıyla insan sağlığını da tehdit eder düzeylere ulaşabilmektedir. Cephalopodlarda metal düzeylerinin araştırılması; antropojenik etkilerle ortaya çıkan ekosistem kirliliğinin izlenmesi açısından önem arz etmekte birlikte, ticari öneme sahip ahtapotların metal düzeylerinin belirlenmesi ayrıca tüketici sağlığı açısından da olası risklerin belirlenmesine katkı sayılmaktadır. Çünkü *O. vulgaris* etçil ve yırtıcı bir tür olarak vücudunda yararlı elementlerin yanı sıra toksik metalleri de birikimini sağlayabilmektedir. Bu durum tüketici sağlığı açısından risk potansiyeli yaratabilmektedir. Bu bağlamda su ürünlerinde metal araştırmaları ulusal ve uluslararası otoritelerin de teşvikiyle son yıllarda ekolojik kirliliğin yanı sıra tüketici sağlığı açısından da değerlendirilmeye başlanmıştır (Traina vd., 2019).

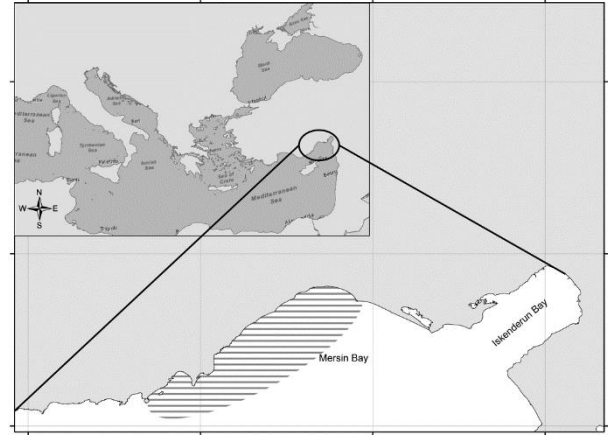
Su ürünlerinin metal kontaminasyonlarının insan tüketimine yönelik olası riskleri açısından Avrupa Birliği (EC, 1881/2006), Dünya Sağlık Örgütü (WHO), ABD Çevre Koruma Ajansı (US EPA), Türk Gıda Kodeksi (TGK) gibi otoriteler tarafından limit değerler belirlenmiştir. Limit değerlerin belirlenmesine ek olarak çok sayıda tüketici riskleri değerlendirme kriterleri (haftalık tahmini alım düzeyi, kanserojen olmayan risk düzeyi, yaşam boyu kanser riski vb.) belirlenmiş ve bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

Bu bağlamda bu çalışmada ülkemiz ve dünya genelinde önemli bir ekonomik değere sahip olan ahtapotların manto ve kollarındaki metal ve yağ asitleri düzeyleri mevsimsel olarak araştırılmıştır. Ayrıca ahtapot tüketiminin tüketici sağlığı açısından olası riskleri öngörebilmek amacıyla haftalık tahmini alım düzeyi (EWI), kanserojen olmayan risk düzeyi (THQ) ve yaşam boyu kanser riski (CR) hesaplamaları yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Örnek Temini

Çalışmada kullanılan ahtapotların örnekleme çalışmaları Berdan Çayı (36°43'31.8"N 34°54'27.0"E) ile Yeşilovacık (36°08'53.6"N 33°39'40.7"E) bölgeleri arasında (Şekil 1) ticari trol teknesi kullanılarak yapılmıştır. Örneklemeler Aralık 2018 ile Temmuz 2019 tarihleri arasında üç mevsim (kış, ilkbahar ve yaz) olarak gerçekleştirilmiş ve her bir mevsim için 30 ahtapot örneği temin edilmiştir. İncelenen ahtapot örneklerinin ağırlıkları 210.22-280.66 g aralığında ölçülmüştür.



Şekil 1. Örnekleme alanı

Figure 1. Map of the sampling location

Çalışmada kullanılan ahtapotlar soğuk zincir ile Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Laboratuvarına ulaştırılmıştır. Ahtapot örnekleri gruplandırma ve diseksiyon işlemleri gerçekleştirilene kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Metal Analizi

Metal analizleri Canlı ve Atlı (2003) tarafından uygulanan metoda göre yapılmıştır. Ahtapot dokuları 24 saat süresince etüvde (Nüve-FN500, Türkiye) 105°C'de kurutulduktan sonra 0.1 g (kuru ağırlık) örnek üzerine 4 mL derişik nitrik asit (Merck) ve 2 mL perklorik asit (Merck) ilave edilmiş ve tüm doku parçalanana kadar 150°C'ye ayarlanmış hotplate (Velp-Scientifica, İtalya) üzerine konulmuştur. Örneklerdeki makro (Na, Mg, P, K, Ca), iz (eser) element (Fe, Cu, Zn) ve potansiyel toksik ağır metal seviyeleri (Cd, Pb, Cr, As) düzeyleri (µg/g) tespit edilmiştir.

Tamamen berrak bir hal alan numunelerdeki metal düzeylerini belirlemek için ICP-MS (Agilent, 7500ce, Japonya) kullanılmıştır. ICP-MS çalışma koşulları şu şekildedir: Radyo frekansı (RF) (W), 1500; Plazma gaz akış hızı (L min⁻¹), 15; Yardımcı gaz akış hızı (L min⁻¹), 1; Taşıyıcı gaz akış hızı (L min⁻¹), 1.1; Sprey haznesi T (°C), 2; Numune derinliği (mm), 8.6; Numune giriş hızı (mL dak⁻¹), 1; nebülizör pompası (rps), 0.1; Çıkarıcı merceği (V), 1.5 mg g⁻¹ kuru ağırlık olarak. Metal analizlerinin belirlenmesi için Yüksek Safılıkta Çoklu Standart (Charleston, SC 29423) kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrileri için standart çözeltiler, makro ve eser elementlerin ve potansiyel toksik metallerin seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Toksik metaller için 1-50 ppb (0.001-0.050 mg/L) aralığında, makro ve iz elementler için 1-50 ppm (1 ila 50 mg/L) aralığındaki standart çözeltileri hazırlanmıştır.

Metal analizleri ahtapot dokuları kurutulduktan sonra gerçekleştirilmiştir. Ancak enstrümental analiz sonuçlarını FAO, AB ve Türk Gıda Kodeksi limit değerleri ile karşılaştırabilmek için elde edilen bulgular, nem değerleri kullanılarak yaş dokudaki metal değerlerine dönüştürülmüştür.

Tüketici risk değerlendirmeleri

Ahtapot tüketiminden (haftada 1, 3 ve 5 gün) kaynaklı olası tüketici risklerini belirlemek için tahmini haftalık alım (Estimated Weekly Intake, EWI), hedef tehlike oranı (Target hazard quotient, THQ) ve yaşam boyu kanser riski (The Lifetime cancer risk, CR) hesaplamaları yapılmıştır. Yetişkin ve çocuk tüketicilerin herbiri için ayrı ayrı EWI, THQ ve CR hesaplamaları yapılmıştır. Yetişkinler için vücut ağırlığı 70 kg, yaşam süresi ise 70 yıl (USEPA, 2000), çocuklar için vücut ağırlığı 32 kg, yaşam süresi 7 yıl (USEPA, 2014) olarak kullanılmıştır.

Hesaplamalar yapılırken incelenen tüm metaller için enstrümental analiz sonuçları doğrudan kullanılmışken, As elementi için farklı bir dönüşüm faktörü uygulanmıştır. Dokularda bulunan As elementinin önemli bir kısmı organik formda olduğu için inorganik formlar kadar toksik etki göstermezler (Castro-Gonzalez ve Mendez-Armenta 2008). Bundan dolayı As düzeyinin tüketici için olası risk hesaplamaları yapılırken önceki çalışmalarda da (EFSA, 2009; Andaloro vd., 2012; Copat vd., 2013; Traina vd., 2019) uygulandığı gibi toplam As konsantrasyonunun % 3'ü kullanılmıştır.

Tüketici risk değerlendirmeleri kapsamında EWI (1), THQ (2), TTHQ (3) ve CR (4) hesaplamaları aşağıdaki formüller kullanılarak yapılmıştır.

$$EWI = (C_M \cdot IR) / BW \quad (1)$$

C_M : Ahtapot dokularındaki metal düzeyi,
 IR : Tüketim oranı (Ingestion rate),
 BW : Tüketicinin vücut ağırlığı.

FAOSTAT verilerine göre (FAO, 2018) Türkiye'deki ahtapot tüketimi (IR) 0.8 g/kişi/gün'dür. EWI değerleri WHO/FAO ve EFSA tarafından bildirilen Geçici Haftalık Alım Tolerans (PTWI) limitleri ile karşılaştırılmıştır.

Metallerin referans dozu (RfD) ile metallere maruz kalma arasındaki oran Hedef Tehlike Oranını (THQ) ifade etmektedir. THQ; tüketiciler açısından vücuda alınan metallerin konsantrasyonlarının kanserojen olmayan etki risklerini de ifade etmektedir. THQ hesaplamaları USEPA (2019) tarafından bildirilen formüle göre yapılmıştır.

$$THQ = [(EF \cdot ED \cdot IR \cdot C_M) / (RfD \cdot BW \cdot AT)] \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

EF : Maruz kalma sıklığı,
 ED : Maruz kalma süresini (Yetişkinler için 70 yıl, çocuklar için 7 yıl),
 IR : Tüketim miktarını,
 C_M : Ahtapotun dokularındaki metal konsantrasyonunu

RfD : Oral referans doz (Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Al, Cr, As, Cd ve Pb elementleri için sırasıyla; 0.7, 0.04, 0.3, 0.14, $5 \cdot 10^{-3}$, 1.00, $3 \cdot 10^{-3}$, $3 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-3}$ ve $4 \cdot 10^{-3}$),

BW : Vücut ağırlığı,

AT : Kanserojen olmayan ortalama süreyi (356 gün/yıl x ED).

Total THQ ya da HI (Tehlike İndeksi) olarak ifade edilen değer, araştırılan tüm elementlerin toplam THQ değerlerinin ile hesaplanır.

$$\sum THQ (TTHQ) = THQ_1 + THQ_2 + \dots + THQ_n \quad (3)$$

Total THQ değerinin 1'den büyük olması tüketici açısından kanserojen olmayan sağlık risklerinin olduğunu göstergesidir.

Yaşam boyu kanser riski (CR) hesaplamaları USEPA (2019) tarafından belirlenmiş olan formüle göre hesaplanmıştır. CR değerlerinin $>10^{-5}$ olması, tüketilen gıdanın tüketici için kanserojen etki riskinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

$$CR = [(EF \cdot ED \cdot IR \cdot C_M \cdot C_sF) / (BW \cdot AT)] \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

Yaşam boyu kanser riski hesaplamalarında, EWI THQ formüllerinin yanı sıra farklı olarak C_sF (cancer slope factor) değeri kullanılmaktadır. Hesaplamalarda USEPA (2019) tarafından bildirilmiş C_sF değerleri (As, Pb, Cr ve Cd için sırasıyla 1.5, 8.5. 10^{-3} , 0.5 ve 6.3) kullanılmıştır.

İstatistiksel analizler

İstatistik analizler SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) kullanılarak yapılmıştır. Ahtapotların kol ve mantolarında metal düzeyi araştırmalarında mevsimler arası önemli farklılıkları belirlemek için ANOVA kullanılmıştır ($p < 0.05$). Yapılan tüm analizlerde elde edilen bulgular değerlendirilirken aynı mevsime ait gruplarda manto ve kol örnekleri arasındaki farklılıkları belirlemek için T testi kullanılmıştır. Her grup için üç tekrarlı olarak istatistik karşılaştırma yapılmıştır.

BULGULAR

Ahtapot dokularında metal düzeyleri

Mevsimsel olarak incelenen ahtapotların manto ve kol dokularındaki Mg, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, Al, Cr, As, Cd ve Pb düzeyleri ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) Tablo 1'de gösterilmiştir. ICP-MS analizleri sonucunda elde edilen sonuçlar incelenen dokuların nem düzeyleri göz önünde bulundurularak yaş ağırlık değerlerine dönüştürülmüştür.

Tablo 1. Ahtapot dokularındaki metal düzeyleri (Ort±SD)
Table 1. Metal levels of common octopus tissues (Mean±SD)

	Kış	İlkbahar	Sonbahar
Mg	M 1038.55±27.88 ^{bx} (226.20)	1103.93±43.60 ^{ax} (205.00)	827.95±48.01 ^{cx} (168.90)
	K 1082.99±39.99 ^{ax} (221.90)	872.68±7.41 ^{by} (162.40)	880.24±39.50 ^{bx} (172.35)
P	M 7735.40±222.37 ^{ax} (1684.77)	6971.62±70.11 ^{bx} (1294.63)	5322.59±125.05 ^{cx} (1085.81)
	K 7590.00±271.28 ^{ax} (1555.19)	5766.98±261.91 ^{by} (1073.24)	4939.57±78.99 ^{cy} (967.17)
K	M 17365.35±525.02 ^{ax} (3782.17)	15934.32±817.01 ^{bx} (2959.00)	11780.53±875.55 ^{cx} (2403.23)
	K 16433.82±333.94 ^{ay} (3367.29)	13046.43±504.05 ^{by} (2427.94)	11057.70±231.93 ^{cx} (2165.10)
Fe	M 65.12±3.53 ^{by} (14.18)	86.03±6.16 ^{ax} (15.97)	85.14±0.28 ^{ax} (17.37)
	K 87.23±0.26 ^{ax} (17.87)	58.50±1.22 ^{by} (10.89)	64.55±2.33 ^{cy} (12.64)
Cu	M 19.92±1.11 ^{cy} (4.34)	103.10±4.14 ^{ax} (19.15)	72.50±2.88 ^{bx} (14.79)
	K 61.25±2.86 ^{ax} (12.55)	17.54±0.30 ^{by} (3.26)	17.24±1.43 ^{by} (3.38)
Zn	M 127.16±1.93 ^{ay} (27.70)	104.84±1.28 ^{bx} (19.47)	105.15±0.89 ^{by} (21.45)
	K 147.39±8.27 ^{ax} (30.20)	100.72±9.54 ^{cx} (18.74)	117.13±7.04 ^{bx} (22.93)
Mn	M 1.96±0.13 ^{cy} (0.43)	4.11±0.09 ^{ax} (0.76)	3.61±0.02 ^{bx} (0.74)
	K 4.11±0.38 ^{ax} (0.84)	2.98±0.13 ^{by} (0.55)	2.48±0.08 ^{cy} (0.49)
Se	M 5.85±0.46 ^{by} (1.27)	7.95±0.27 ^{ax} (1.48)	7.87±0.12 ^{ax} (1.60)
	K 7.74±0.88 ^{ax} (1.59)	7.46±0.60 ^{ax} (1.39)	5.62±0.47 ^{by} (1.10)
Al	M 10.23±0.56 ^{cy} (2.23)	20.87±0.08 ^{ax} (3.87)	13.43±0.06 ^{by} (2.74)
	K 24.93±0.69 ^{ax} (5.11)	19.21±0.71 ^{by} (3.57)	18.33±1.72 ^{bx} (3.59)
Cr	M 1.62±0.01 ^{bx} (0.35)	1.69±0.03 ^{ax} (0.31)	1.41±0.01 ^{cx} (0.29)
	K 1.38±0.09 ^{ay} (0.28)	1.06±0.03 ^{by} (0.20)	1.28±0.03 ^{cy} (0.25)
As	M 32.65±0.65 ^{bx} (7.11)	8.98±0.56 ^{cy} (1.67)	44.85±0.61 ^{ax} (9.15)
	K 26.20±0.61 ^{by} (5.37)	13.79±0.56 ^{cx} (2.57)	36.92±0.59 ^{ay} (7.23)
Cd	M 0.46±0.06 ^{ax} (0.10)	0.45±0.03 ^{ax} (0.08)	0.38±0.01 ^{bx} (0.08)
	K 0.35±0.01 ^{ay} (0.07)	0.30±0.01 ^{by} (0.06)	0.36±0.01 ^{ax} (0.07)
Pb	M 2.90±0.25 ^{ax} (0.63)	2.27±0.19 ^{bx} (0.42)	2.00±0.18 ^{bx} (0.41)
	K 2.41±0.12 ^{ay} (0.49)	1.60±0.29 ^{cy} (0.30)	1.99±0.04 ^{bx} (0.39)

Her satırda farklı harfler (a, b, c, d) mevsimler arası önemli farklılıklar göstermektedir (p < 0.05). Her mevsimde aynı sütundaki farklı harfler (x, y) her iki cinsiyet için de önemli farklılıklar göstermektedir (p < 0.05). M: manto, K: kol

Mg, K ve P değerleri hem kol hem de manto örneklerinde kış mevsiminde daha yüksek düzeylerde tespit edilmiş ve her

iki dokuda da mevsimler arası istatistiksel farklılıklar tespit edilmiştir (p < 0.05). Mg, P ve K elementleri için minimum ve maksimum değerler manto örnekleri için sırasıyla 168.90-226.20, 1085.81-1684.77 ve 2403.23-3782.17 ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) olarak belirlenmişken, kol örneklerinde 162.40-221.90, 967.17-1555.19 ve 2165.10-3367.17 ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) olarak belirlenmiştir.

Fe, Cu, Zn, Mn, Se ve Al düzeylerinin tamamında hem dokular arasında hem de mevsimler arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmiştir (p < 0.05). Manto örneklerindeki minimum ve maksimum Fe, Cu, Zn, Mn, Se ve Al değerleri sırasıyla; 14.18-17.37, 4.34-19.15, 19.47-27.70, 0.43-0.76, 1.27-1.60 ve 2.23-3.87 ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) olarak belirlenmiştir. Kol örneklerinde ise Fe, Cu, Zn, Mn, Se ve Al değerleri sırasıyla; 10.89-17.87, 3.26-12.55, 18.74-30.20, 0.49-0.84, 1.10-1.59 ve 3.57-5.11 ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) olarak belirlenmiştir.

Ahtapot dokularındaki toksik metal (Cr, As, Pb ve Cd) düzeylerinin tamamında mevsimler arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (p < 0.05). Manto ve kol dokularındaki metal seviyelerinin karşılaştırmalarında ise genel itibarı ile önemli farklılıklar gözlenirse de Pb ve Cd yaz mevsimi değerlerinde iki doku arasında istatistiksel farklılıklar gözlenmemiştir (p > 0.05). Manto örneklerindeki minimum ve maksimum Cr, As, Pb ve Cd değerleri sırasıyla; 0.29-0.35, 1.67-7.11, 0.41-0.63 ve 0.08-0.10 ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) olarak belirlenmiştir. Kol örneklerinde ise Cr, As, Pb ve Cd değerleri sırasıyla; 0.20-0.28, 2.57-7.23, 0.30-0.49 ve 0.06-0.07 ($\mu\text{g g}^{-1}$ w/w) olarak belirlenmiştir.

Tüketici sağlığı risk değerlendirmesi

Ahtapot tüketiminden kaynaklı olası sağlık risklerinin değerlendirilmesi amacıyla EWI (Tablo 2), THQ (Tablo 3) ve CR (Tablo 4) hesaplamaları yapılmıştır. Bu kapsamda ilgili hesaplamalar, yetişkin ve çocuk tüketicilerin haftada 1, 3 ya da 5 gün ahtapot tüketmeleri olasılıkları doğrultusunda yapılmıştır. EWI değerleri PTWI değerleri ile karşılaştırılmıştır. Cu, Fe, Zn, Al (JECFA, 2010), As (EFSA, 2009) ve Cd (EFSA, 2011) elementleri için otoriteler tarafından belirlenen PTWI değerleri sırasıyla 3500, 5600, 300-1000 aralığı, 2000, 15 ve 2.5 ($\mu\text{g/kg}$) şeklindedir. Bu kapsamda Cu, Fe, Zn, Al, As ve Cd elementleri için PTWI limitlerinin birey vücut ağırlıkları göz önünde bulundurularak yetişkinlerde sırasıyla; 245000, 392000, 147000-490000 aralığı, 140000, 1050 ve 175 ($\mu\text{g/kg}$); çocuklarda sırasıyla 112000, 179200, 67200-224000 aralığı, 64000, 480 ve 80 olduğu hesaplanmıştır. Hesaplanan EWI değerlerinin PTWI düzeyleri ile karşılaştırılabilen Cu, Fe, Zn, Al, As ve Cd elementleri bakımından limitlerin altında olduğu ve ahtapot tüketiminde bu metallerin haftalık alım tolerans limitleri açısından herhangi bir risk oluşturmadığı belirlenmiştir. Ancak daha önce birçok araştırmada kullanılmış olan Pb PTWI değeri WHO/FAO tarafından 2011 yılında geri çekildiğinden dolayı (JECFA, 2011) Pb için EWI-PTWI karşılaştırması yapılmamıştır.

Tüketicilerin metal kirleticilerine maruz kalması durumunda olası sağlık risklerini doğrudan ve kesin bir şekilde ortaya koymasa da potansiyel sağlık risklerinin belirlenmesi amacıyla THQ değeri önemli bir parametredir. THQ > 1 olması; metal tüketiminin tüketici açısından risk teşkil ettiğini ortaya koymaktadır. Ahtapotların manto ve kol dokularında ölçülen metallerin miktarları kullanılarak hesaplanan THQ düzeyleri arasında en yüksek değer As elementinde tespit edilmiştir. Fakat incelenen tüm metallerle ait THQ değerlerinin tehlikeli eşik (< 1) altında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Ahtapot dokularındaki Tahmini Haftalık Alım (EWI) düzeyleri
Table 2. The estimated weekly intake (EWI) levels of common octopus tissues

			Mg	P	K	Fe	Cu	Zn	Mn	Se	Al	Cr	As	Cd	Pb	
EWI	Manto	Y	5	11.43	77.43	174.18	0.91	0.73	6.42	0.04	0.41	0.17	0.02	0.34	0.00	0.03
			3	6.86	46.46	104.51	0.54	0.44	3.85	0.02	0.25	0.10	0.01	0.20	0.00	0.02
			1	2.29	15.49	34.84	0.18	0.15	1.28	0.01	0.08	0.03	0.00	0.07	0.00	0.01
		Ç	5	25.00	169.38	381.02	1.98	1.59	14.05	0.08	0.90	0.37	0.04	0.75	0.01	0.06
			3	15.00	101.63	228.61	1.19	0.96	8.43	0.05	0.54	0.22	0.02	0.45	0.01	0.04
			1	5.00	33.88	76.20	0.40	0.32	2.81	0.02	0.18	0.07	0.01	0.15	0.00	0.01
	Kol	Y	5	10.60	68.49	151.63	0.79	0.37	6.96	0.04	0.40	0.23	0.01	0.29	0.00	0.02
			3	6.36	41.09	90.98	0.47	0.22	4.17	0.02	0.24	0.14	0.01	0.17	0.00	0.01
			1	2.12	13.70	30.33	0.16	0.07	1.39	0.01	0.08	0.05	0.00	0.06	0.00	0.00
		Ç	5	23.19	149.82	331.68	1.72	0.80	15.22	0.08	0.87	0.51	0.03	0.63	0.01	0.05
			3	13.92	89.89	199.01	1.03	0.48	9.13	0.05	0.52	0.31	0.02	0.38	0.00	0.03
			1	4.64	29.96	66.34	0.34	0.16	3.04	0.02	0.17	0.10	0.01	0.13	0.00	0.01

Y: Yetişkin, Ç: Çocuk, EWI: Tahmini Haftalık Alım

Tablo 3. Ahtapot dokularındaki Hedef Tehlike Oranı (THQ)
Table 3. The target hazard quotient (THQ) of common octopus tissues

			Fe	Cu	Zn	Mn	Se	Al	Cr	As	Cd	Pb	
THQ	Manto	Y	5	0.0002	0.0026	0.0030	0.0000	0.0118	0.0000	0.0009	0.1622	0.0007	0.0010
			3	0.0001	0.0016	0.0018	0.0000	0.0071	0.0000	0.0005	0.0973	0.0004	0.0006
			1	0.0000	0.0005	0.0006	0.0000	0.0024	0.0000	0.0002	0.0324	0.0001	0.0002
		Ç	5	0.0004	0.0057	0.0067	0.0001	0.0257	0.0001	0.0019	0.3547	0.0016	0.0022
			3	0.0002	0.0034	0.0040	0.0000	0.0154	0.0000	0.0011	0.2128	0.0009	0.0013
			1	0.0001	0.0011	0.0013	0.0000	0.0051	0.0000	0.0004	0.0709	0.0003	0.0004
	Kol	Y	5	0.0002	0.0013	0.0033	0.0000	0.0113	0.0000	0.0007	0.1372	0.0005	0.0008
			3	0.0001	0.0008	0.0020	0.0000	0.0068	0.0000	0.0004	0.0823	0.0003	0.0005
			1	0.0000	0.0003	0.0007	0.0000	0.0023	0.0000	0.0001	0.0274	0.0001	0.0002
		Ç	5	0.0004	0.0028	0.0072	0.0001	0.0247	0.0001	0.0014	0.3000	0.0012	0.0018
			3	0.0002	0.0017	0.0043	0.0000	0.0148	0.0000	0.0009	0.1800	0.0007	0.0011
			1	0.0001	0.0006	0.0014	0.0000	0.0049	0.0000	0.0003	0.0600	0.0002	0.0004

Y: Yetişkin, Ç: Çocuk, THQ: Hedef Tehlike Oranı

Ahtapot tüketimi ile vücuda alınan metallerden kaynaklı olası kanserojen risklerin değerlendirilmesi kapsamında Cr, As, Cd ve Pb metalleri için CR değeri hesaplanmıştır. Sağlıklı insanlarda CR değerinin bu eşik değerin (10^{-5}) altında olması beklenir. Ancak mevcut çalışmada CRPb dışındaki CR değerleri (CRCr, CRCd ve CRPb), $>10^{-5}$ olarak belirlenmiştir. Özellikle As, Cd ve Pb toksik metalleri gıdalardaki önemli kontaminantlar olarak görülmektedir. ATSDR (2017) periyodik olarak güncellediği "Tehlikeli Maddeler Listesi"nde As, Cd ve Pb elementlerinin en tehlikeli 10 toksik madde arasında olduğunu, Cr metalinin ise en tehlikeli 100 madde içerisinde yer aldığını bildirmiştir. Bu metallerin, gıda güvenliği ve tüketici sağlığı açısından izlenmesi önem arz etmektedir.

Tablo 4. Ahtapot dokularındaki Yaşam boyu kanser riski (CR) düzeyleri

Table 4. The lifetime cancer risk (CR) levels of common octopus tissues

Doku	Gün	Cr	As	Cd	Pb		
Manto	5	1.29E-03	7.30E-02	4.47E-03	3.37E-05		
	Y	3	7.76E-04	4.38E-02	2.68E-03	2.02E-05	
	Ç	1	2.59E-04	1.46E-02	8.93E-04	6.75E-06	
		5	2.83E-03	1.60E-01	4.47E-02	7.38E-05	
	CR	Y	3	1.70E-03	9.58E-02	5.86E-03	4.43E-05
			1	5.66E-04	3.19E-02	1.95E-03	1.48E-05
Ç		5	9.89E-04	6.17E-02	3.38E-03	2.72E-05	
		3	5.94E-04	3.70E-02	2.03E-03	1.63E-05	
Kol		1	1.98E-04	1.23E-02	6.76E-04	5.45E-06	
		5	2.16E-03	1.35E-01	3.38E-02	5.96E-05	
	Ç	3	1.30E-03	8.10E-02	4.44E-03	3.58E-05	
	1	4.33E-04	2.70E-02	1.48E-03	1.19E-05		

Y: Yetişkin, Ç: Çocuk, CR: Yaşam boyu kanser riski

TARTIŞMA ve SONUÇ

Ahtapot dokularındaki metal seviyeleri ile ilgili ülkemizde yapılmış çalışmalar kısıtlı düzeydedir (Yazkan vd., 2004; Küçüksezgin, 1999). Mevcut çalışmada elde edilen bulgular Akdeniz ve doğu Atlantik kıyılarında *O. vulgaris* dokularında yapılan metal çalışmaları ile karşılaştırılmıştır. Mevcut çalışmada belirlenen Fe, Mn ve Zn düzeylerinin; Arechavala-Lopez vd. (2019) tarafından belirlenen düzeylerle benzerlik gösterdiği fakat Napoleão vd. (2005) ve Miramand ve Guary (1980) tarafından bildirilen Fe, Mn ve Zn düzeylerinden daha yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Cu metali birçok çalışmada incelenmemiş olup; Napoleão vd. (2005) tarafından Portekiz kıyılarında üç farklı bölgeden yakalanan ahtapotların kol ve manto dokularındaki bildirilen Cu düzeylerinin mevcut çalışma ile benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Ahtapotlardaki toksik metal düzeylerinin araştırıldığı çok sayıda çalışma mevcuttur (Yazkan vd., 2004; Küçüksezgin, 1999; Storelli, 2009; Miramand ve Guary, 1980; Arechavala-Lopez vd., 2019; Napoleão vd., 2005; Barone vd., 2015; Storelli vd., 2012). Benzer şekilde kamu otoriteleri de toksik metal düzeyleri ilgili düzenlemeler uygulamaktadır. Bu bağlamda Mersin Körfezi'nden yakalanan ahtapotların manto ve kollarındaki metal düzeyleri FAO (2011), Türk Gıda Kodeksi

(TGK, 2011) ve Avrupa Birliği (EC, 2006) limit değerleri ile karşılaştırılmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen Pb değerlerinin, her üç otorite tarafından belirlenen yumuşakçalardaki limit değerin ($1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w/w) üzerinde tespit edilmiştir. Arechavala-Lopez vd., (2019); Nessim ve Riad (2003) ve Küçüksezgin, (1999) tarafından bildirilen Pb değerleri de otoriteler tarafından belirlenen limitlerin üzerinde bildirilmiştir. Benzer şekilde Cd için de her üç otorite tarafından limit değeri $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ w/w olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada incelenen tüm dokulardaki belirlenen Cd düzeyleri bildirilen limit değerin altında bulunmuştur. Yazkan vd., (2004); Storelli vd. (2012); Storelli (2009); Barone vd. (2015) ve Arechavala-Lopez vd., (2019) tarafından ahtapot dokuları için bildirilen Cd düzeyleri de mevcut çalışma ile uyumludur.

Tüketici sağlığı risk değerlendirmeleri açısından EWI değerlerinin, EFSA (2009, 2011) ve FAO/WHO (JECFA, 2011) tarafından belirlenen PTWI değerlerinin aşılmaması ahtapotun Türkiye'deki tüketiciler için haftalık alım düzeyleri açısından risk teşkil etmediğini göstermiştir. Benzer şekilde THQ ve \sum THQ değerlerinin <1 olarak belirlenmesi de tüketici açısından kanser dışı sağlık problemlerinin ortaya çıkma olasılığının düşük olduğunu göstermiştir. Ancak bu durumun ahtapotun belirlenen metal konsantrasyonundan ziyade, ülkemizdeki düşük ahtapot tüketiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ahtapot tüketiminden kaynaklı metal alımına maruz kalma sonucunda ortaya çıkabilen yaşam boyu kanser riski (CR) hesaplamaları da yapılmıştır. CR değerinin 10^{-5} düzeyinin üzerinde olması, sağlıklı bir insanın kansere yakalanma olasılığının (100.000 'de 1) artacağını ifade etmektedir (USEPA, 2000). Mevcut çalışmada Cr, As ve Cd düzeylerinin kanser riskini arttırabileceği belirlenmişken, Pb değerlerinin yaşam boyu kanser riski açısından tehlike oluşturmadığı belirlenmiştir. Kıyılarımızda ya da diğer Akdeniz ülkelerinde ahtapotlarda THQ ve CR hesaplamalarının yapıldığı bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ancak Loaiza vd. (2018) tarafından Peru'da yapılan çalışmada; *Octopus mimos* türü ahtapotların dokularındaki metal seviyelerine göre hesaplanan THQ değerleri ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Ancak Loaiza vd. (2018) tarafından hesaplanan CR değerlerin ve mevcut çalışma ile benzer şekilde As ve Cr elementlerinin CR açısından risk teşkil ettiği ve kanser riskini arttırdığı bildirilmiştir.

Gıda, Cd ve Pb maruziyetinin ana kaynağıdır. Cd, çoğunlukla böbreklerde (böbrek fonksiyon bozukluğuna yol açan) ve kemiklere uzun süre maruz kaldıktan sonra toksik etkiler açığa çıkarken, aşırı miktarda Pb, nörotoksite gelişimi, yetişkinlerde sistolik kan basıncı ve kronik böbrek hastalığının prevalansı üzerine olumsuz etkilere neden olabilir (EFSA, 2013).

Sonuç olarak, Mersin Körfezi'nden kış, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde avlanan *O. vulgaris* türü ahtapotların düşük tüketim oranlarına rağmen tüketici için sağlık riskleri oluşturabileceği belirlenmiştir. Bu durumun Mersin Körfezi'nde yoğun olarak gerçekleştirilen denizcilik faaliyetleri, kentsel atıklar, tarımsal faaliyetler vb. (Külcü vd., 2014; Kosker vd., 2019) antropojenik etkilerden kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda tüketici sağlığı ve ekosistem

sürekliliği açısından bölgedeki denizel türlerde metal kirliliği çalışmalarının artırılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi süresince gösterdikleri destek ve yardımlardan dolayı Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İşleme Teknolojisi Laboratuvarındaki meslektaşlarıma çok teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Andaloro, F., Romeo, T., Renzi, M., Guerranti, C., Perra, G., Consoli, P., ... & Focardi, S. E. (2012). Alteration of potential harmful elements levels in sediments and biota from the central Mediterranean Sea (Aeolian Archipelago) following an episode of intense volcanic activity. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(7), 4035-4047. DOI: [10.1007/s10661-011-2242-0](https://doi.org/10.1007/s10661-011-2242-0)
- Arechavala-Lopez, P., Capó, X., Oliver-Codorniu, M., Sillero-Rios, J., Busquets-Cortés, C., Sanchez-Jerez, P. & Sureda, A. (2019). Fatty acids and elemental composition as biomarkers of *Octopus vulgaris* populations: Does origin matter? *Marine Pollution Bulletin*, 139, 299-310. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2018.12.048](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.048)
- ATSDR (Agency for Toxic Substance and Disease Registry), 2017. Priority List of Hazardous Substances. Atlanta, Georgia, USA.
- Ayas, D. (2012). Seasonal variations of fat and fatty acid composition in muscle tissues of Mediterranean octopuses. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(4), 724-731.
- Barone, G., Storelli, A., Garofalo, R., Busco, V. P., Quaglia, N. C., Centrone, G. & Storelli, M.M. (2015). Assessment of mercury and cadmium via seafood consumption in Italy: estimated dietary intake (EWI) and target hazard quotient (THQ). *Food Additives & Contaminants: Part A*, 32(8), 1277-1286. DOI: [10.1080/19440049.2015.1055594](https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1055594)
- Canlı, M., & Atlı, G. (2003). The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. *Environmental Pollution*, 121(1), 129-136. DOI: [10.1016/S0269-7491\(02\)00194-X](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00194-X)
- Castro-González, M. I. & Méndez-Armenta, M. (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 26(3), 263-271. DOI: [10.1016/j.etap.2008.06.001](https://doi.org/10.1016/j.etap.2008.06.001)
- Copat, C., Arena, G., Fiore, M., Ledda, C., Fallico, R., Sciacca, S. & Ferrante, M. (2013). Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: consumption advisories. *Food and Chemical Toxicology*, 53, 33-37. DOI: [10.1016/j.fct.2012.11.038](https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.11.038)
- De Luca, D., Catanese, G., Procaccini, G. & Fiorito, G. (2016). *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) in the Mediterranean Sea: Genetic diversity and population structure. *Plos One*, 11(2), e0149496. DOI: [10.1371/journal.pone.0149496](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149496)
- EC. (2006). European Union Commission regulation (1881/2006), maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *The Official Journal of the European Union* 50:5-14.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2009). Scientific Opinion on arsenic in food. *EFSA Journal*, 7(10), 1351.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2011). Statement on tolerable weekly intake for cadmium. *EFSA Journal*, 9(2), 1975.
- EFSA (2013). Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request from the European Commission on lead in food. *EFSA Journal*, 8 (4), 1570.
- FAO, F. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome.
- FAO (Food Agriculture Organization). (2019). *Octopus vulgaris* (Lamarck, 1798). <http://www.fao.org/fishery/species/3571/en>.
- FAO/WHO. (2011). Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods. Fifth Session Codex Alimentarius Commission, The Hague, The Netherlands USEPA (U.S. Environmental Protection Agency) (2019b) Regional screening level (RSL) summary table (TR=1E-06 THQ=1.0). <https://semspub.epa.gov/work/HQ/197414.pdf>
- JECFA. (2010). Joint FAO/WHO Expert committee on food additives. Seventy-second meeting. Rome, 16-25 February 2010. Summary and conclusions. JECFA/72/SC. Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization. Issued 16th March 2010
- JECFA (2011). Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventyfourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series no. 966. Rome, Italy
- Kosker, A. R., Ozogul, F., Ayas, D., Durmus, M. & Ucar, Y. (2019). Elemental composition of pufferfish species from Northeastern Mediterranean Sea. *Environmental monitoring and assessment*, 191(6), 334. DOI: [10.1007/s10661-019-7469-1](https://doi.org/10.1007/s10661-019-7469-1)
- Küçüksezgin, F. (1999). Trace metal concentrations in marine organisms from the Eastern Aegean, Turkey (No. IAEA-TECDOC-1094).
- Külcü, A.M., Ayas, D., Köşker, A.R. & Yatkın, K. (2014). The Investigation of metal and mineral levels of some marine species from the Northeastern Mediterranean Sea. *Journal of Marine Biology and Oceanography* 3, 2. DOI: [10.4172/2324-8661.1000127](https://doi.org/10.4172/2324-8661.1000127)
- Loaiza, I., De Troch, M. & De Boeck, G. (2018). Potential health risks via consumption of six edible shellfish species collected from Piura-Peru. *Ecotoxicology and environmental safety*, 159, 249-260. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2018.05.005](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.05.005)
- Miramand, P. & Guary, J. C. (1980). High concentrations of some heavy metals in tissues of the Mediterranean octopus. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 24(1), 783-788.
- Napoleão, P., Pinheiro, T. & Reis, C. S. (2005). Elemental characterization of tissues of *Octopus vulgaris* along the Portuguese coast. *Science of The Total Environment*, 345(1-3), 41-49. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2004.10.026](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.10.026)
- Nessim, R. B. & Riad, R. (2003). Bioaccumulation of heavy metals in *Octopus vulgaris* from coastal waters of Alexandria (Eastern Mediterranean). *Chemistry and Ecology*, 19(4), 275-281. DOI: [10.1080/02757540310001595907](https://doi.org/10.1080/02757540310001595907)
- Ozogul, Y., Duysak, O., Ozogul, F., Özkütük, A.S. & Türeli, C. (2008). Seasonal effects in the nutritional quality of the body structural tissue of cephalopods. *Food Chemistry*, 108(3), 847-852. DOI: [10.1016/j.foodchem.2007.11.048](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.048)
- Sangiuliano, D., Rubio, C., Gutiérrez, A. J., González-Weller, D., Revert, C., Hardisson, A., ... & Paz, S. (2017). Metal concentrations in samples of frozen cephalopods (cuttlefish, octopus, squid, and shortfin squid): an evaluation of dietary intake. *Journal of Food Protection*, 80(11), 1867-1871. DOI: [10.4315/0362-028X.JFP-17-184](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-17-184)
- Storelli, M.M. (2009). Intake of essential minerals and metals via consumption of seafood from the Mediterranean Sea. *Journal of Food Protection*, 72(5), 1116-1120. DOI: [10.4315/0362-028X-72.5.1116](https://doi.org/10.4315/0362-028X-72.5.1116)
- Storelli, M.M., Normanno, G., Barone, G., Dambrosio, A., Errico, L., Garofalo, R. & Giacomini-Stuffer, R. (2012). Toxic metals (Hg, Cd, and Pb) in

- fishery products imported into Italy: suitability for human consumption. *Journal of Food Protection*, 75(1), 189-194. DOI: [10.4315/0362-028X.JFP-11-212](https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-212)
- Şen, H. (2006). Ahtapot (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) Yetiştiriciliği. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(1), 207-213.
- TGK (Türk Gıda Kodeksi). 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. Erişim 30 Eylül 2019. <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/yonetmelik/7.5.15692-ek.doc>
- Traina, A., Bono, G., Bonsignore, M., Falco, F., Giuga, M., Quinci, E. M., ... & Sprovieri, M. (2019). Heavy metals concentrations in some commercially key species from Sicilian coasts (Mediterranean Sea): Potential human health risk estimation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 168, 466-478. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2018.10.056](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.10.056)
- TUIK (2019). <http://www.tuik.gov.tr/ZipGetir.do?id=30697&class=onceki>.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). (2019). Regional screening levels (RSLs) – equations. <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-equations>
- USEPA (US Environmental Protection Agency). (2000). Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories, Volume II. Risk Assessment and Fish Consumption Limits. EPA 823-B-00-008. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Yazkan, M., Özdemir, F. & Gölükcü, M. (2004). Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Yumusakçalar ve Karideste Cu, Zn Pb ve Cd İçeriği. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28(1).
- Zlatanov, S., Laskaridis, K., Feist, C. & Sagredos, A. (2006). Proximate composition, fatty acid analysis and protein digestibility-corrected amino acid score of three Mediterranean cephalopods. *Molecular Nutrition & Food Research*, 50(10), 967-970. DOI: [10.1002/mnfr.200600003](https://doi.org/10.1002/mnfr.200600003)

Caudal osteology and its application to reconstruct phylogenetic relationship in the genus *Garra*

Kaudal osteoloji ve *Garra* cinsi filogenisi uygulaması

Sevil Sungur^{1*} • Soheil Eagderi² • Pariya Jalili³ • Erdogan Cicek⁴

¹Vocational School of Health Services, Nevsehir Hacı Bektas Veli University, Nevsehir, Turkey

<https://orcid.org/0000-0003-4018-6375>

²Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

<https://orcid.org/0000-0001-8649-9452>

³Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

<https://orcid.org/0000-0002-4572-1106>

⁴Department of Biology, Faculty of Art and Science, Nevsehir Hacı Bektas Veli University, Nevsehir, Turkey

<https://orcid.org/0000-0002-5334-5737>

Corresponding author: sevilsungur@nevsehir.edu.tr

Received date: 20.12.2019

Accepted date: 17.03.2020

How to cite this paper:

Sungur, S., Eagderi, S., Jalili, P. & Cicek, E. (2020). Caudal osteology and its application to reconstruct phylogenetic relationship in the genus *Garra*. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 245-249. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.06](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.06)

Abstract: Among cyprinid family, little information is available about the phylogenetic relationships of the members of genus *Garra* in Iran. The structure of caudal skeleton as a valuable source in taxonomic studies of fishes can help to determine their systematic position. Hence, this study was conducted to compare the osteological features of caudal fin skeleton and reconstructing phylogenetic tree of the Iranian members of genus *Garra*. For this purpose, five specimens of every selected (except Iran blind carp with two specimens from each morphotype) taxon were cleared and stained to examine the osteological characteristics of their caudal fin skeleton. Also, Kura barbel (*Barbus cyri*) and Barzam (*Capoeta trutta*) were designed as outgroup. The results showed that members of *Garra* constitute a monophyletic group. The results revealed that the caudal skeleton features cannot discriminate the members of genus *Garra* at the level of species because of small number of extractable characters and their states.

Keywords: Phylogeny, osteology, Iran blind carp, *Garra*

Öz: Cyprinidae familyasında, İran'da dağılım gösteren *Garra* cinsi üyelerinin filogenetik ilişkileri ile ilgili az sayıda araştırma bulunmaktadır. Kaudal yüzgeç iskeleti yapısı, balıkların sistematik pozisyonlarının belirlenmesine yardımcı olan, taksonomik çalışmalarda kullanılabilen bir karakterdir. Bu sebeple, bu çalışmada *Garra* cinsinin İran'daki türlerinin filogenetik ilişkilerini belirlemek amacıyla kaudal yüzgeç iskeletlerinin kemik yapısı karşılaştırılmıştır. Bu amaçla seçilen taksonlara ait beşer bireye kaudal yüzgeç iskeletlerinin osteolojik karakterlerinin belirlenmesi amacıyla şeffaflandırma yöntemi (cleared-stained) uygulanmıştır. Çalışmada *Barbus cyri* ve *Capoeta trutta* dış grup olarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; *Garra* üyeleri monofiletik bir grup oluşturmıştır. Sonuçlar kaudal yüzgeç iskeletlerinin *Garra* cinsi için tür düzeyinde ayırımında kullanılamayacağını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Filogeni, osteoloji, İran kör balığı, *Garra*

INTRODUCTION

Caudal skeleton of fishes consists of the vertebral columns, vertebral processes and fin rays, and they are valuable structures in taxonomic studies of fish taxa (Fujita, 1990). In this regard, Monod (1968), and Schultze and Arratia (1989) used the caudal-fin skeleton as a taxonomic source for the classification of teleost. Development of techniques in the osteological studies such as clearing and staining, made it possible to use caudal skeletal structure for taxonomic studies in fishes.

About 300 fish species have been reported from Iranian inland waters, of which 111 belong to the family Cyprinidae (Esmaili et al., 2018). Members of this family are important in terms of aquaculture and scientific studies (Nelson, 2006) and their phylogeny, ecology, physiology and distribution are of great importance (Chen and Mayden, 2009). Among the cyprinids, members of the genus *Garra* are found from the

Southeast Asia to Africa (Coad, 2019). About 75 species of this genus have been reported, with 10 members in the inland waters of Iran (Esmaili et al., 2016; Mousavi-Sabet et al., 2016a, b; Hashemzadeh Segherloo et al., 2017). The members of this genus have small to medium-size body, almost fusiform, with inferior mouth in crescent shape (Coad, 2019) and horny-lip corners (Stiassny and Getahun, 2007), and 1-2 pairs of the short barbels. They are found in mountainous streams with high-velocity currents and can be fixed their position by sucker-mouth disc, although they have also been reported in low-flow rivers (Esmaili et al., 2016; Coad, 2019).

This study aimed to investigate the osteological structure of caudal fin in different populations of seven *Garra* species in Iran and the possibility of using the caudal skeleton characters to study their phylogeny based on cladistic method. Hence, this study investigate the efficacy of the caudal-fin skeleton

application to study phylogeny of Iranian cyprinids and the results may help to clarify the relationships of this genus in Iran as well.

MATERIAL AND METHODS

For this study, *Garra* species, including *G. rufa* from the Tazeh-Ab River (Tigris river drainage) and Ilood Spring (Hormuzgan basin), *G. gymnothorax* from the Karkheh River (Tigris river drainage), *G. persica* from the Kash, Sanderk and

Sarbaz rivers (Makran basin), *G. rossica* from the Nahang River (Makran basin) and *G. lorestanensis* and *G. typhlops* from the Bagh-e Loveh, Lorestan Province (Tigris river drainage) as in-group and *Capoeta trutta* and *Barbus cyri* as out-groups were collected, each 10 with specimens except *G. lorestanensis* and *G. typhlops* with two specimens due to their conservation status (Table 1).

Table 1. Sampling stations of this study

Species	River	Basin	Latitude	longitude	Above Sea Level
<i>Garra rufa</i>	Ilood	Hormuzgan	27°12'28"N	54°40'9"E	438
<i>Garra gymnothorax</i>	Karkheh	Tigris	48°20'45"N	31°52'5"E	332
<i>Garra rufa</i>	Tazeh-Ab	Tigris	34°44'1"N	46°11'54"E	1099
<i>Garra persica</i>	Kash	Makran	25°5'57"N	57°44'57"E	155
<i>Garra persica</i>	Sanderk	Makran	26°50'24"N	57°15'54.7"E	54
<i>Garra persica</i>	Sarbaz	Makran	26°37'53"N	61°15'35"E	894
<i>Garra rossica</i>	Nahang	Makran	26°50'36"N	61°35'27"E	1345
<i>Garra typhlops</i>	Bagh-e Loveh	Tigris	33°4'38"N	48°35'33"E	812
<i>Garra lorestanensis</i>	Bagh-e Loveh	Tigris	33°4'38"N	48°35'33"E	812
<i>Capoeta trutta</i>	Semirom	Tigris	31°11'15"N	51°15'25"E	1548
<i>Barbus cyri</i>	Sefid	Caspian Sea	37°1'29"N	37°1'29"E	81

For osteological examination, the specimens were cleared and stained based on Taylor and Van Dyke (1985) using alizarin red and alcian blue for bone and cartilage staining, respectively. The caudal skeleton of all species were separated and examined under a stereomicroscope (Leica MS5). Their structures were then scanned by a scanner (Epson v600) equipped with a glycerin bath, and drawn and labeled using CorelDraw X6 software. Nomenclature of the skeletal elements is followed Rojo (2009), and Jalili and Eagderi (2014).

The hypothesis of phylogenetic relationships was performed based on cladistic method (Sworfford et al., 1996). By examination and comparison of the samples, the morphological characteristics of different taxa were selected and described as character states. Polarity of the characters were determined according to Watrous and Wheeler (1981). Seven character states were used in phylogenetic tree reconstruction to investigate the evolutionary model and unspecified data were labeled as? To understand the effect of unspecified data, parsimony analysis was performed separately with and without these data.

Phylogenetic reconstruction was performed based on maximum parsimony criterion using PAUP4 software (Sworfford, 1999). Data matrix were executed using Heuristic search algorithm by selecting 100 Tree-bisection-and-reconnection iterations and deleting in-informative characters. Character states distribution was evaluated using ACCTRAN (Accelerated Transformation) and bootstrap analysis with 100 iterations was performed using Heuristic search algorithm.

RESULTS

Comparison of the caudal-fin skeleton: The caudal fins of the studied taxa, similar to other cyprinids, possesses the hypural, epural, uroneural, parhypural and pleurostile bones (Figure 1h). The hemal spines of the first vertebrate i.e. ual centra are transformed as the hypural and parhypural bones to support the caudal-fin rays. In members of the genus *Garra*, number of the hypurals varies 5-7. *Garra rufa* has six hypurals, *G. gymnothorax* five (Figure 1a, b, c) and *G. persica* and *G. rossica* six, whereas those of *G. persica* from the Sanderk River have five. *Garra typhlops* and *G. lorestanensis* also have six or seven hypurals, respectively.

The first hypural is fused to the parhypural, and this complex is connected to the first vertebrate. The parhypural is long and almost wide bearing a hypurapophysis in its base. The hypural-II and pleurostile are also fused to the last vertebrate. The anterior part of the third hypural is attached to the urostyle, and the hypural IV-VII are freely located in the posterior part of the pleurostile. The epural is neural spine of the first vertebrate to be separated. This long bone is unpaired having different sizes and shapes. In all studied species, the ventral part of this bony element is wider than its dorsal part. In *G. persica* populations of the Kash River, the dorsal part is wider, but it has same width throughout its length as *G. rossica*.

The uroneural is small and narrow, except in *G. persica* of the Sarbaz River, which it is absent. In others, this bone is paired. The uroneural is situated on the anterior margin of the pleurostile having diverse sizes. In the antero-dorsal part of the

first vertebral center, a neural process is usually seen, which it is narrow and pointed at its end. In *G. rufa* of the Iloud Spring, the first vertebrate of the caudal skeleton bears two processes. In the members of the genus *Garra*, there are several differences in the structure and shape of the second neural spine (PU2).

Such a differences were also observed in members of the same species.

The second neural spine is usually broad at its base and narrow at the end. In *G. typhlops*, this spine is modified as a process, whereas the two neural spine are observed in *G. lorestanensis*, which the posterior one is narrower seems to be developed from the Zygapophysis. One specimen of *G. persica* of the Sanderk River had an inter-neural spin bone in the anterior part of PU2. A total of seven characters were defend as Table 2.

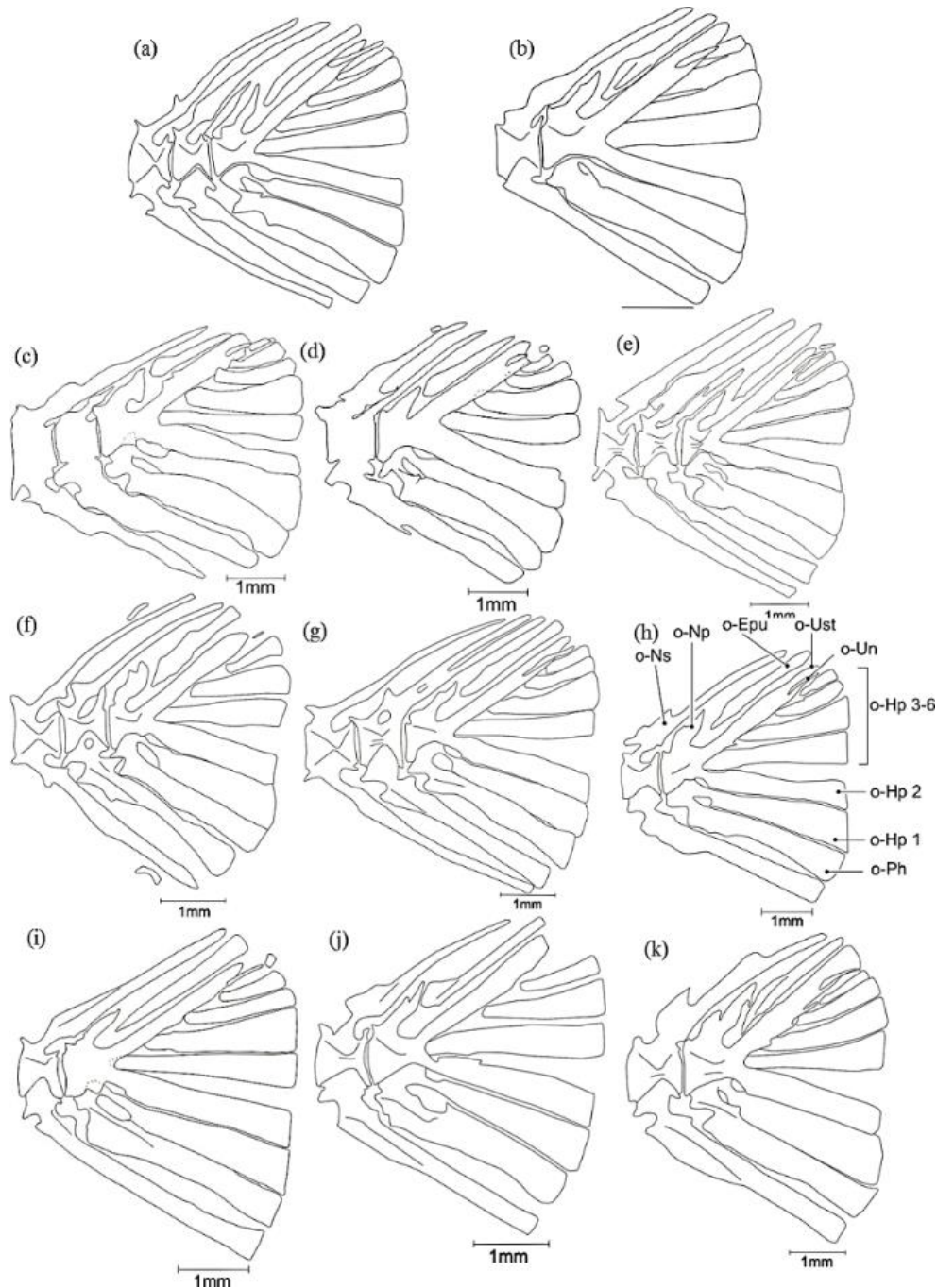


Figure 1. Caudal-fin skeleton of (a) *Barbus cyri*, (b) *Capoeta trutta*, (c) *Garra typhlops*, (d) *G. lorestanensis*, (e) *G. rossica*, (f) *G. gymnothorax*, (g) *G. rufa* (Iloud), (h) *G. rufa* (Tazeh-Ab), (i) *G. persica* (Kash), (j) *G. persica* (Sarbaz) and (k) *G. persica* (Sanderk) (Epu: epural; Hp: hypurals; Np: neural process; Ns: neural spine; Ph: parhypurale; Un: uroneural; Ust: pleurostile)

Table 2. Character states were defend

Character states	
Character 1	sixth hypural is large and complete (0), reduced (1), absent (2).
Character 2	caudal skeleton bears six (0), five (1), seven (2) hypurals.
Character 3	PU1 possesses one (0), two (1) neural spine.
Character 4	neural spine of PU2 is long (0), short (1). parhypural has ventral position bearing greater angle with vertebral column (0), has posterior position less angle with vertebral column (1).
Character 5	Zygapophysis of PU2 is small (0), well-developed (1).
Character 6	epural has same wideness along its length (0), it is broader ventrally (1)

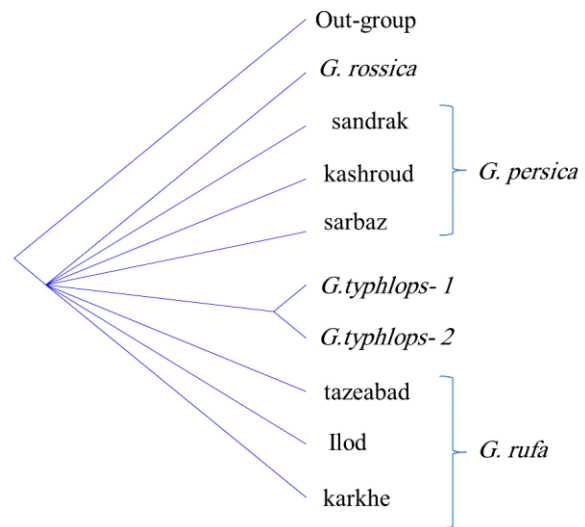
Phylogenetic analysis: The data matrix for 9 in-groups and 2 out-groups is presented in Table 3. The results of the parsimony analysis based on data matrix had most-parsimony trees with a length of eight, consistency index (CI) of 0.875 and retention index (RI) of 0.8333. Due to the high number of parsimony trees, the consensus majority tree was selected based on values obtained from 100 replicates (Figure 2).

Table 3. Data matrix of 11 studied taxa, including 9 in-groups and 2 out-groups (0= plesiomorphics, 1 and 2 = synapomorphics)

Taxa	characters						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>G. ruffa</i> (Iloud)	0	0	1	0	0	?	0
<i>G. gymnothorax</i> (Karkkeh)	1	1	0	0	0	0	1
<i>G. ruffa</i> (Tazeh-Ab)	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. typhlops</i>	0	2	0	0	1	1	1
<i>G. lorestanensis</i>	0	2	0	1	1	0	1
<i>G. persicaa</i> (Sarbaz)	2	0	0	0	0	0	1
<i>G. persica</i> (Kash)	0	0	0	0	0	0	1
<i>G. persica</i> (Sanderk)	0	1	0	0	0	0	1
<i>G. rossica</i> (Nahang)	0	0	0	0	0	1	0
<i>C. trutta</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>B. cyri</i>	0	0	0	0	0	1	0

REFERENCES

- Chen, W.J. & Mayden, R.L. (2009). Molecular systematics of the Cyprinoidea (Teleostei: Cypriniformes), the world's largest clade of freshwater fishes: Further evidence from six nuclear genes. *Molecular Phylogenetic and Evolution*, 52(2), 544-549. DOI: [10.1016/j.ympev.2009.01.006](https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.01.006)
- Coad, B.W. (2019). Fresh water fishes of Iran. Retrieved from <http://www.briancoad.com>. (11.12.2019).
- Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G. & Eagderi, S., (2016). Review of the genus *Garra* Hamilton, 1822 in Iran with description of a new species: a morpho-molecular approach (Teleostei: Cyprinidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 3(2), 82-121.
- Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S. & Abbasi, K. (2018). Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa*, 3(3), 1-95.

**Figure 2.** Cladogram of studied taxa of the genus *Garra* in Iran

DISCUSSION

The results showed that all members of the genus *Garra* are monophyletic (with 100% support) in which two blind cave species (with 81% support) based on trait (4: 1), i.e. the posterior hypural status, are considered as sister groups. Characters of 3 and 6 were different in two examined specimens of *G. typhlops*. Three characters were non-informative and four others were informative. Despite importance of the caudal-fin skeleton as a taxonomic source for classification of teleost (Schultze and Arratia, 1988), these characteristics could not separate the studied taxa of the genus *Garra* in Iran due to low number of available character states. Therefore, it needs to use more characters at least twice the number of the examined taxa, particularly those of cephalic region.

- Fujita, K., (1990). The caudal skeleton of teleostean fishes. Tokyo University Press, Tokyo.
- Hashemzadeh Segherloo, I., Abdoli, A., Eagderi, S., Esmaili, H.R., Sayyadzadeh, G., Bernatchez, L., Hallerman, E., Geiger, M.F., Özulug, M., Laroche, J. & Freyhof, J., (2017). Dressing down: convergent reduction of the mental disc in *Garra* (Teleostei: Cyprinidae) in the Middle East. *Hydrobiologia*, 785(1), 47-59. DOI: [10.1007/s10750-016-2902-8](https://doi.org/10.1007/s10750-016-2902-8)
- Jallili, P. & Eagderi, S., (2014). Osteological description of Iran cave barb (*Iranocypris typhlops* Bruun & Kaiser, 1944). *University Journal of Zoology*, Rajshahi University, 33, 01-07
- Monod, T. (1968). Le complexe urophore des poissons téléostéens. Mém. Inst. Fond. Afrique Noire, Ifan Dakar, 81, 1-705.

- Mousavi-Sabet, H. & Eagderi, S. (2016a). *Garra lorestanensis*, a new cave fish from the Tigris River drainage with remarks on the subterranean fishes in Iran (Teleostei: Cyprinidae). *FishTaxa*, 1(1), 45-54.
- Mousavi-Sabet, H., Vatandoust, S., Fatemi, Y. & Eagderi, S., (2016b). Tashan Cave a new cave fish locality for Iran; and *Garra tashanensis*, a new blind species from the Tigris River drainage (Teleostei: Cyprinidae). *FishTaxa*, 1(3), 133-148.
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the world*, John Wiley, New Jersey, USA
- Rojo, L.A. (2009). *Dictionary of evolutionary fish osteology*, CRC Press.
- Schultze, H.P. & Arratia, G. (1988). Re-evolution of the caudal skeleton of some actinopterygian fishes: II. *Hiodon*, *Elops*, and *Albula*. *Journal of Morphology*, 195, 257-303. DOI: [10.1002/jmor.1051950304](https://doi.org/10.1002/jmor.1051950304)
- Stiassny, M.L.J. & Getahun, A., (2007). An overview of labeonin relationships and the phylogenetic placement of the Afro-Asian genus *Garra* Hamilton, 1922 (Teleostei: Cyprinidae), with the description of five new species of *Garra* from Ethiopia, and a key to all African species. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150, 41-83. DOI: [10.1111/j.1096-3642.2007.00281.x](https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2007.00281.x)
- Swofford, D.L., Olsen, G.J., Waddell, P.J. & Hillis, D.M. (1996). Phylogenetic Inference. In: Hillis DM, Moritz D, and Mable BK (eds), *Molecular Systematics*, Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. pp. 407-514.
- Swofford, D.L. (1999). PAUP* 4.0 vers. b2. Phylogenetic analysis using parsimony and other methods. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Taylor, W.R. & Van Dyke, G.C. (1985). Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybium*, 9, 107-119.
- Watrous, L.E. & Wheeler, Q.D. (1981). The out-group comparison method of character analysis. *Systematic Zoology*, 30(1), 1-11. DOI: [10.2307/2992297](https://doi.org/10.2307/2992297)

Türkiye’de üçüncü kuşak balıkçı gemisi geri-alım programının analizi

Analysis of the third generation buy-back program for fishing vessels in Turkey

Vahdet Ünal¹ • Huriye Göncüoğlu-Bodur^{2*}

¹ Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, 35100, Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-6157-0590>

² Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, 35100, Turkey

<https://orcid.org/0000-0001-7068-037X>

Corresponding author: huriyegoncuoglu@gmail.com

Received date: 18.11.2019

Accepted date: 29.03.2020

How to cite this paper:

Ünal, V. & Göncüoğlu-Bodur, H. (2020). Analysis of the third generation buy-back program for fishing vessels in Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 251-258. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.07](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.07)

Öz: Türkiye’de üçüncü geri-alım programı, Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından, 2014 yılı 29023 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan “Tarımsal Destek Tebliği-Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkarılacaklara Yapılan Destekleme Tebliği” ile başlamıştır. Bu çalışma, üçüncü kuşak balıkçı gemisi geri-alım programını değerlendirmektedir. Bu programda 10 metreden büyük 191 balıkçı gemisi arasından, örneklem hesaplanarak basit tesadüfî örnekleme yöntemi ile 89 balıkçı gemisi sahibi ile görüşülmüştür. En fazla gemi alımı Marmara (%38), en az gemi alımı da Ege (%15) ve Akdeniz Bölgesinden (%15) yapılmıştır. En fazla 10-12 metre arası balıkçı gemisi geri-alımı gerçekleştirilmiştir. Sadece bir balıkçı, 31 metre ve üzeri balıkçı gemisi sahibi olarak programdan yararlanmıştır. Geriye kalan 9 gemi 12 metreden büyük 23 metreden küçüktür. Devredilen gemilerin %95’i küçük ölçekli balıkçı gemisi kategorisinde yer almaktadır. Geri-alım programı kapsamında devredilen gemilerin %41’i, 3-90 gün arasında denize çıkmış, %4’ü ise 2015 yılı içerisinde hiç denize çıkmamıştır. Ancak balıkçı gemilerini devreden kişilerin %60’i ikinci bir gemiye sahiptir. Balıkçıların %85’i devrettikleri gemide tayfa çalıştırdığı ve bu tayfaların %73’ü aile dışındaki kişilerden oluştuğu halde programın tayfalara yönelik herhangi bir içeriğinin olmaması eleştirilebilir. Sonuç olarak; üçüncü kuşak geri-alım programında 22,5 milyon lira (8,3 milyon \$) karşılığında 191 gemi geri alınmıştır. Ancak görüşülen balıkçıların %77’sinin balıkçılık sektöründe çalışmaya devam etmesi ve %26’sının geri-alım programından aldıkları destekleme ile yeni bir balıkçı gemisi alarak balıkçılık yapmaya devam etmektedir. Bu nedenlerle, balıkçılık yöneticileri geri-alım programlarının stoklar üzerindeki av baskısı ile ilgili etkileri dikkate almalıdır. Geri-alım programının amaçlarına ulaşip ulaşmadığı yöneticilerce sorgulanmalı ve takip eden programlar gerekli değişiklikler yapılarak uygulamaya geçirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Balıkçılık geri-alımları, balıkçı gemisi hizmetten alma, avcılık kapasitesinin azaltılması, filo kapasitesinin azaltılması, balıkçılık yönetimi

Abstract: The third buy-back program in Turkey entered into force in 2014 with the Notice No. 29023 of the Official Gazette titled “Notice of Agricultural Support-Official Notice of Decommissioning of Fishing Vessels”, issued by the Directorate of Fishery and Aquaculture of the Ministry of Agriculture and Forestry. This study is an evaluation of the third generation of the program. In this study, simple random sampling method was used to interview 89 vessel owners out of a total number of 191 vessels which are longer than 10 meters. The biggest number of buy-backs was in Marmara Region (38%), followed by the Aegean (15%) and the Mediterranean (15%) regions. Most of the decommissioned vessels were 10-12 meters in length. The only fisher that benefited from the program was the owner of a vessel longer than 31 meters. The remaining 9 vessels were longer than 12 meters and shorter than 23 meters. In the scope of the program, 95% of the buy-back vessels are in the small-scale category. Among those, 41% of the vessels were in use for 3-90 days, while 4% had never been used within the year 2015. However, 60% of the owners who handed over their vessels also owned a second boat. Although 85% of the fishers employed a crew on-board and 73% of their crew were not family members, the fact that the program lacks a component for the crew can also be criticised. In conclusion, the third generation buy-back program bought a total of 191 vessels for 22.5 Million Turkish Liras (\$8.3M US). However, since 77% of the interviewees continued fishing with their second boat and 26% bought a new boat with the support they were granted. Therefore, all details of the results and the success of the buy-back programs should be evaluated by the authorities and future programs should be put into practice with necessary amendments.

Keywords: Fisheries buy-backs, vessel decommissioning, reducing fishing effort, reducing fleet capacity, fisheries management

GİRİŞ

Sınırlı canlı deniz kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, büyüyen balıkçı filoları, aşırı avcılık ve balıkçılık yönetimiyle ilgili başarısızlıklar birçok kıyısız ülkede balıkçılıkla ilgili en çok tartışılan konuların başında gelmektedir. Hannesson (2007), aşırı avcılık kapasitesine sahip balıkçı filolarının git gide yayılan bir fenomen olduğunu bildirmektedir. Zira balıkçılıkta av kapasitesini arttırmayla ilgili sınırlandırmalar yetersizdir. Oysa balık stokları, verimliliği sınırlı olan kıt kaynaklardır. Bu limiti hesaba katan bir mekanizma var olmadığı sürece aşırı avcılık

ve aşırı kapasite sorunlarıyla başa çıkabilmek mümkün görünmemektedir. Balık stokları üzerindeki uzun dönem etki ve diğer gemilerin avcılığının dikkate alınmaması da filonun büyümesini tetikler. Ancak bireysel bir yatırımcının yeni bir gemi alıp filoya katılması kendisi açısından karlı görünse de, böyle bir yatırımın sektöre olan katkısı negatif olabilir (Hannesson, 2007). Buna rağmen, insanlar balık stoklarından daha büyük bir pay kapabilmek için balıkçılığa para yatırmaya devam eder. Bu nedenle, eğer balıkçı gemilerinin satın alınarak

filodan çıkarılmasına, aşırı balıkçılık kapasitesini önleyen bir mekanizma eşlik etmezse, uzun vadede geri-alım programlarıyla bir sonuç alınmaz (Hanneson, 2007). Bu durum, balıkçılık yöneticilerinin işini daha da zora sokar. Daha iyi yönetim için uygulamaya geçirilen politikaların iflas etmesi, bu işe tahsis edilen kaynakların boşa gitmesi toplumun her kesiminin tepkisini çeker.

Türkiye'nin de bulunduğu Akdeniz ölçeğinde lisanslandırmak suretiyle balıkçı gemilerini kontrol altına alan ve sınırlandıran bir yönetim yaklaşımı mevcuttur. Girdilerin kontrol edilmesine dayanan bu yaklaşım büyük ölçekli balıkçılar için denizde geçirilen gün sayısı, bazı türlerin boy sınırlandırmalarıyla, alan yasaklarıyla desteklenmektedir. Orkinos için ise kota ile avcılık söz konusudur. Ancak Kirkley vd., (2002), girdi kontrolünü kullanan ve balıkçı gemisi sayısını sınırlandıran birçok balıkçılık rejiminin aşırı kapasiteden muzdarip olduğunu bildirmektedir. Hatta bu tür uygulamaların balık stokları üzerindeki baskının artması ve karlılığın düşmesiyle sonuçlandığını iddia eden araştırmalar mevcuttur (Fox vd., 2006). Bununla birlikte, balıkçılıkta geri-alım programları Kuzey Amerika'dan Asya'ya kadar dünyanın birçok bölgesinde farklı şekillerde uygulanmaktadır (Curtis ve Squires, 2007). Yazarlar, balıkçı gemisi ve lisans geri-alımlarının, aşırı avlanma kapasitesine, balık stoklarının aşırı kullanımına ve dağıtım konularına yönelik kilit yönetim araçları olduğunu bildirmekte ve dünyanın farklı köşelerinde uygulanmış geri-alım programlarından çıkarılan dersleri detaylandırmaktadır.

Dünya balıkçılığında ilk geri-alım programı 1970'lerde Kanada'da uygulamaya geçirilmiştir (Curtis ve Squires, 2007). Aynı yıllarda Türkiye su ürünleri sektörüne çeşitli teşvik, muafiyet ve destekler sağlanmaya başlanmış ve balıkçı filosu büyütülmüştür. Bu durum, ilk zamanlarda, Türkiye denizlerinden avlanan deniz ürünleri miktarını arttırsa da daha sonraki yıllarda balık stokları üzerinde baskının artmasına, bazı türler üzerinde aşırı avcılığa yol açmıştır. Balıkçılık yöneticilerinin, hızlı ve kontrolsüz büyümeye tepkisi yirmi yıl sonra gelmiştir ve ilgili bakanlık 1991 yılında balıkçı gemilerine ruhsat vermeyi durdurmuştur (Ekmekci ve Ünal, 2019). Sonrasında belli aralıklarla kısa süreli de olsa ruhsatsız gemilere ruhsat alma olanağı tanınmıştır (Bilgin, 2008). En son balıkçı gemisi ruhsatı 2001 yılında verilmiştir ve 2002 yılından beri balıkçı gemisi ruhsatları durdurulmuştur. Ancak mevcut gemilere sadece bir defalığa mahsus %20 boy artış hakkı tanınmıştır (Üstündağ, 2010). 2012 yılına gelindiğinde, filonun dondurulmasının da yeterli olmadığı anlaşılmış ve filodan bazı gemileri çıkarmak suretiyle filonun küçültülmesine karar verilmiştir. Bu türden uygulamalar (balıkçı gemisi geri-alım programları) ile filo küçültülmesi ve balıkçılık gücünün azaltılması yeni bir şey olmasa da Türkiye'de ilk kez 2012 yılında çıkarılan tebliğ (Tebliğ No: 2012/51) ile uygulamaya alınmıştır (GTHB, 2012).

Balıkçılıkta geri-alım programlarının tarihçesi, hangi amaçlarla, hangi ülkelerde, nasıl kullanıldığı daha önceki araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır (Curtis

ve Squires, 2007). Bu konuda ulusal ölçekte yapılan çalışmalar (Ünal vd., 2015; Göktay vd., 2018; Ekmekci ve Ünal, 2019) detaylı literatür incelemelerine dayanmakta ve geri-alım programlarıyla ilgili kapsamlı bilgiler sunmaktadır.

Türkiye'de birinci kuşak geri-alım programı (Ünal vd., 2015; Göktay vd., 2018); lisans sahibi 12 m ve üzerindeki balıkçı gemisi sahiplerine yönelik gerçekleştirilmiş ve su ürünleri kaynaklarının korunması, sürdürülebilir işletilmesi ve stoklar üzerindeki av baskısının azaltılmasını hedeflemiştir (GTHB, 2013; Ünal vd., 2015; Göktay vd., 2018; Ekmekci ve Ünal, 2019). İkinci geri-alım programında tekne boyları 12 m'ye düşürülmüştür. Daha sonra Bakanlık, 07 Haziran 2014 tarih ve 29023 sayılı Resmi Gazete ile "Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkarılacak Yapılacak Destekleme Tebliği (Tebliğ No: 2014/26)" ile III. kuşak geri-alım programını başlatmıştır (GTHB, 2014). İlk programda 62,1 milyon lira ödeme yapılarak 364 balıkçı gemisi filodan çıkarılmıştır. İkinci programa, gemi boylarında yapılan değişiklik nedeniyle (programdan yararlanabilecek minimum gemi boyu 12 m'den 10 m'ye düşürülmüştür) daha çok balıkçı başvuru yapmış ve 54 milyon lira ödenerek toplam 456 gemi geri alınmıştır. İlk iki programda, 31 m ve üzeri gemilere, metre başına 20 bin lira ödenirken üçüncü programda bu meblağ 31-34 m arası gemiler için verilmiş ve 35 m üzeri gemiler için iki ayrı grup yapılarak ödemeler bariz bir şekilde artırılmıştır. Ancak bu değişikliklere rağmen, programa olan ilgi ve başvuru sayısı düşük gerçekleşmiştir. Üçüncü kuşak geri-alım programında, sadece 191 balıkçı gemisi geri alınmış ve bunun karşılığında 22,5 milyon lira ödeme yapılmıştır.

Bu çalışma, Türkiye'de III. kuşak geri-alım programını ele almaktadır. Çalışma; III. kuşak geri-alım programına hangi balıkçıların neden ilgi gösterdiği, bu balıkçıların sosyo-demografik ve ekonomik özellikleri, programdan memnun olup olmadıkları, filodan çıkarılacak gemilerin özellikleri gibi konulara açıklık getirmektedir. Çalışma sonuçları, Türkiye'de gerçekleştirilen önceki iki geri-alım programıyla karşılaştırmalı olarak tartışılmaktadır. Sonuçların, geri-alım programlarının potansiyel etkilerini ve balıkçılık sektörünü ne yönde etkileyeceğini daha iyi anlamamıza ve yönetsel tedbirler almamıza yardımcı olmasını umulmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın temel verilerini, Türkiye'den üçüncü kuşak geri-alım programına katılan balıkçı gemisi sahipleriyle Ekim-Kasım 2015 tarihleri arasında telefon anketleriyle toplanan veriler oluşturmaktadır. Anket tasarımında ilk iki programın değerlendirilmesinde (Göktay vd., 2018; Ekmekci ve Ünal, 2019) kullanılan anketlerden yararlanılmıştır. Anket; sosyo-demografik veriler, sosyo-ekonomik veriler, gemi verileri, personel verileri ve geri-alım programı hakkındaki görüşlerle ilgili sorular içermektedir.

Örneğe girecek olan balıkçıların belirlenmesinde oransal örnek hacmi formülü (Miran, 2003; Newbold vd., 2013) kullanılmıştır.

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma^2px + p(1-p)}$$

Eşitlikte;

n= Örnek hacmi

N=Programdan yararlanan toplam balıkçı sayısı

p=Programdan yararlanan balıkçı oranı

(1-p)=Programdan yararlanmayan balıkçı oranı

σ^2px = Varyans

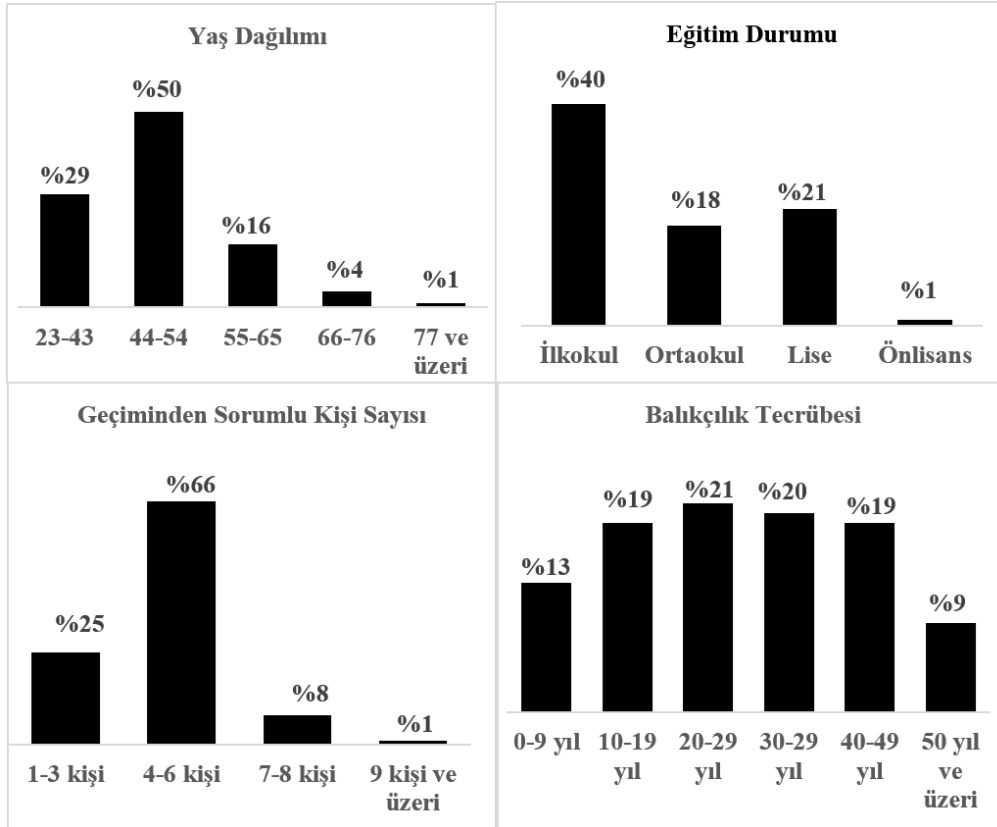
%99 güven aralığında ve %10 hata payı kabul edilip, $p=0,50$, $(1-p)=0,50$ dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

Çalışmada tam sayım yerine, ana kitleyi (191 balıkçı) temsil edecek programdan yararlanan gemi sahibi balıkçılar arasından örnek hacmi belirlenmiş ve örneklem içinde yer alan balıkçılarla (89 balıkçı) basit tesadüf örnekleme yöntemi kullanılarak görüşülmüştür. Veriler betimsel istatistik analiz yöntemi (frekans dağılımları, basit ortalamalar ve oransal dağılımlar) ile hesaplanmıştır.

BULGULAR

Sosyo-demografik Bulgular

Gemi sahiplerinin; yaş ortalaması $49,25 \pm 7,75$ yıl, eğitim seviyesi $7,75 \pm 2,80$ yıl ve balıkçılık tecrübeleri $26,61 \pm 14,42$ yıldır. Balıkçıların %92,5'si evlidir ve geçiminden sorumlu olduğu kişi sayısı 4 ± 2 kişidir. Programdan yararlanan balıkçıların %87,5'i, asıl mesleğini balıkçılık olarak bildirmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Geri-alım programına katılan balıkçıların demografik özelliklerinin oransal dağılımı
Figure 1. Distribution of demographical properties of the vessels applied for the program

Sosyo-ekonomik Bulgular

Geri-alım programı kapsamında 2015 yılı içinde devredilen gemilerin %94'ü aktif olarak balıkçılık yapmıştır. %4'ü yıl içinde hiç denize çıkmamıştır. Aktif olarak balıkçılık yapan gemilerin %41'i 91-180 gün, %41'i 3-90 gün ve %18'i ise 181-360 gün avcılık yapmıştır.

Geri-alım programına müracaatta bulunan balıkçı gemisi sahiplerinin ortalama denizde çalışma süreleri; Karadeniz Bölgesinde 139 ± 86 gün, Marmara'da 136 ± 89 gün, Akdeniz'de 142 ± 84 gün ve Ege'de 138 ± 93 gündür.

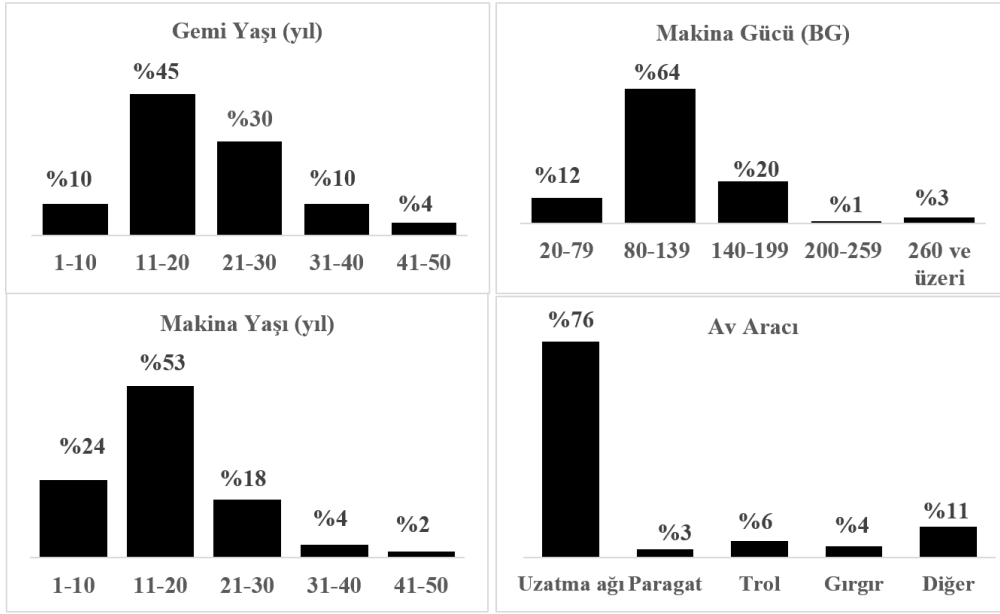
Devredilen geminin denizde çalıştığı gün sayısı ile müracaat edilen bölge arasındaki ilişki incelendiğinde; Karadeniz bölgesinde avlananların %50'si 30-180 gün, Marmara

bölgesinde avlananların %71'i 30-180 gün, Ege bölgesinde avlananların %82'sinin 60-180 gün ve Akdeniz bölgesinde avlananların %78'sinin 90-180 gün arasında avlandığı görülmektedir.

Ankete katılan gemi sahiplerinin müracaat ettikleri bölgelere göre 2015 yılı içindeki en yüksek ortalama balık satış tutarları Karadeniz Bölgesinde 14.761± 17.810 TL ile en yüksek, Ege bölgesinde ise 8.617±8.580 TL ile en düşük ortalama balık satış tutarı ortaya çıkmıştır.

Balıkçı Gemisi ile İlgili Bulgular

Ankete katılan balıkçıların devrettikleri gemilerin; ortalama gemi yaşı 22,5±9,1 yıl, makine yaşı ortalama 17,8±8,9 yıl, makinenin ortalama beygir gücü 120,7±80,9 beygirdir. Geri-alım programına katılan balıkçı gemisi sahiplerinin %36'sı Karadeniz'de, %35'i Marmara'da, %18'si Ege'de ve %11'i de Akdeniz'de balıkçılık yapmaktadır. Görüşülen balıkçıların %76'i av aracı olarak uzatma ağını, %3'ü paragatı ve %11'i diğer tercih etmektedir (Şekil 2).

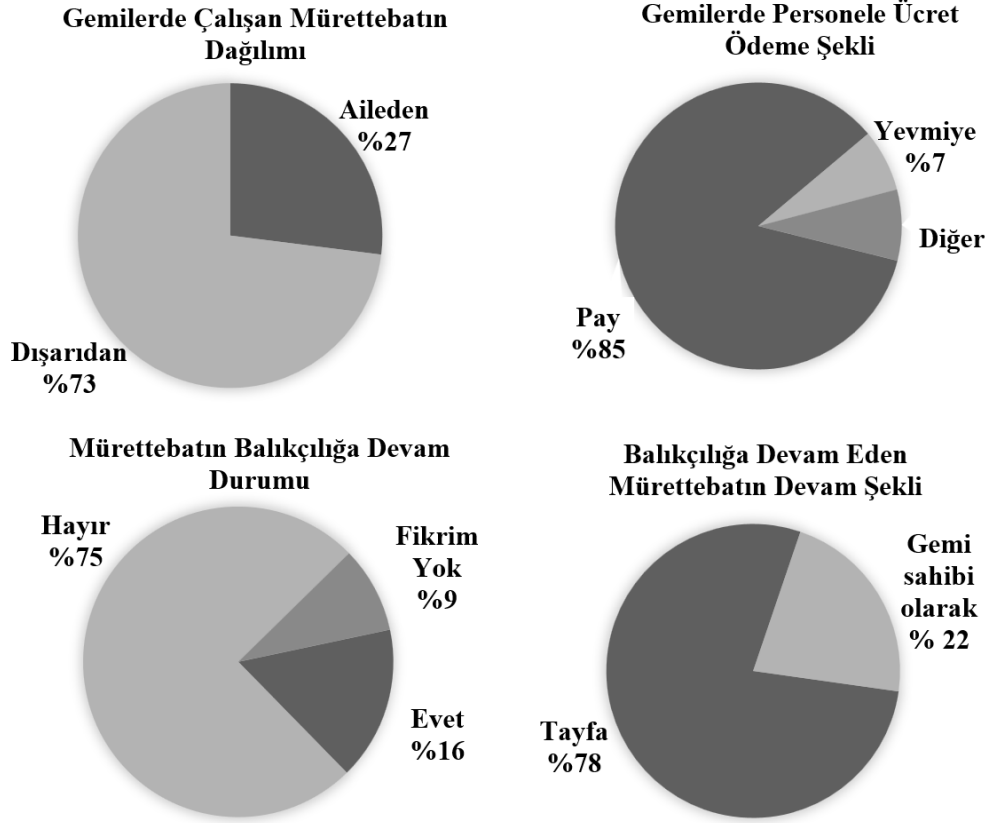


Şekil 2. Geri-alımı gerçekleşen gemilerin yaşı, makine yaşı, makine gücü ve av araçlarının oransal dağılımı
Figure 2. Proportional distribution of age, power and gears of vessels bought-back

Personel ile İlgili Bulgular

Balıkçıların %85'i devrettikleri gemide mürettebat çalıştırmaktadır. Çalışan mürettebatın %73'ü aile dışındaki kişilerden oluşmaktadır (Şekil 3). Balıkçı gemisi sahiplerinin %85'i devrettikleri gemilerde çalışan mürettebata pay usulüne göre ücret ödemesi yapmaktadır.

Pay usulü ücret ödeme şeklinde gemi sahipleri masraflar çıkarıldıktan sonra kazancın %50'sinin kendilerine kaldığını, %50'sinin de çalışan personel arasında pay edildiğini ifade etmiştir. Devredilen gemideki mürettebatın %75'i balıkçılık yapmaya devam etmeyecektir. Balıkçılık yapmaya devam edecek olan mürettebatın %16'sının tamamına yakını (%78) tayfa olarak balıkçılığa devam edecektir.

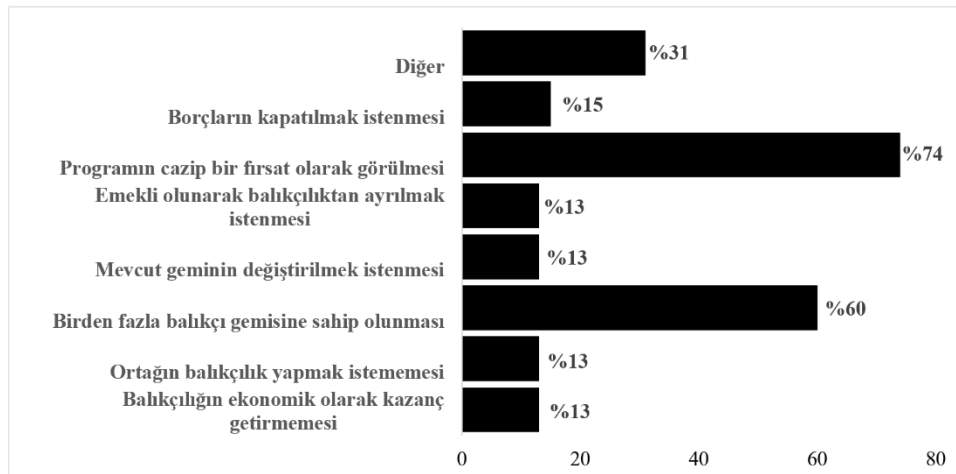


Şekil 3. Geri-alınan gemilerde çalışan mürettebatın özelliklerinin oransal dağılımı
Figure 3. Proportional distribution of crew working on vessels bought-back

Geri-alım Programının Değerlendirilmesiyle İlgili Bulgular

2015 yılı geri-alım programına müracaat eden gemi sahiplerinin %8'i, bir önceki programa da başvuruda bulunduğunu bildirmiştir. Gemi sahiplerinin %74'ü, programın cazip bir fırsat olması, %60'ı ise birden fazla balıkçı gemisine sahip olması nedeniyle programa başvurmuştur (Şekil 4).

Bu faktörler dışında, personel bulmakta sıkıntı yaşanması, personelin yüksek ücret istemesi, geminin eskimesi, yaşlılık-hastalık durumları, av miktarının azalması, masrafların çok olması, gemi sahibinin iflas etmesi, çalışma şartlarının zor olmasından dolayı gemilerini geri vermek isteyenler olmuştur (%31).



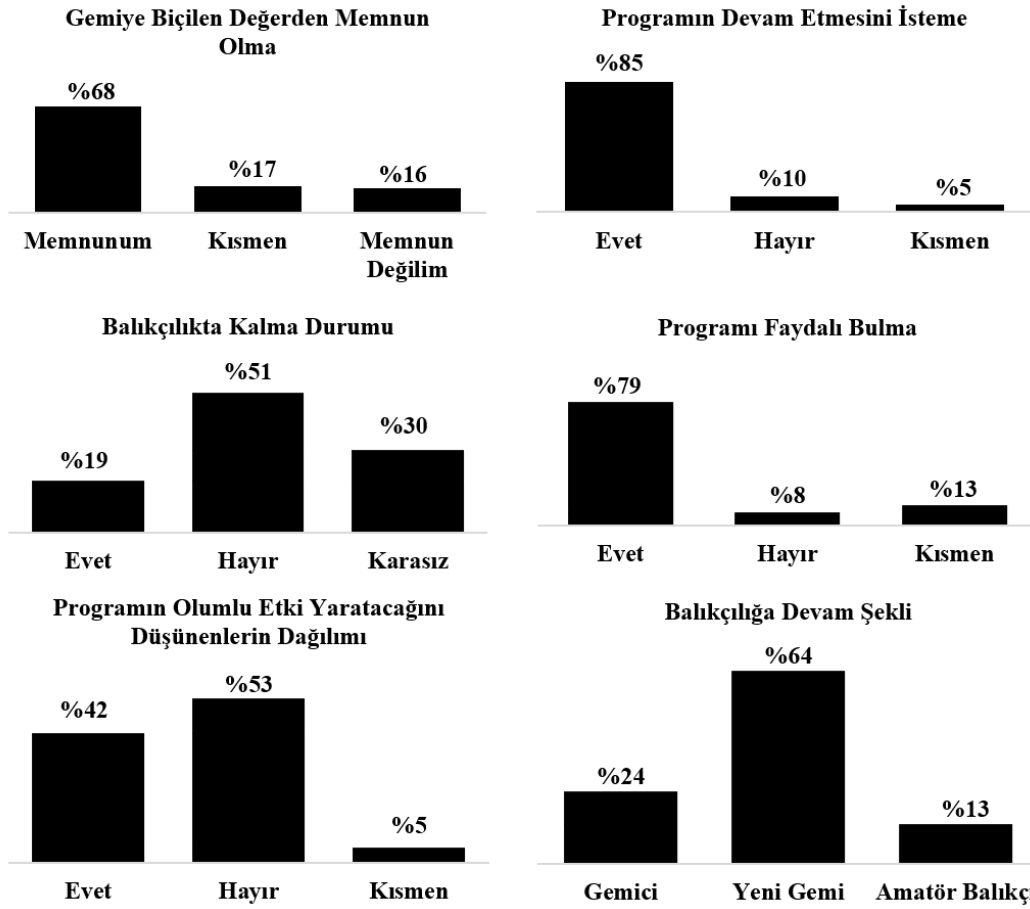
Şekil 4. Geri-alım programına katılımı etkileyen faktörlerin oransal dağılımı
Figure 4. Proportional distribution of factors affecting participation to the buy-back program

Programdan yararlanan gemilerin, geri-alım öncesi tahmini ortalama parasal değerleri; kuru gemi ve motor 74.392±41.926 TL, donanım 12.365 ±10.559 TL olarak bildirilmiştir. Ankete katılan gemi sahiplerinin programdan önce, kuru gemi ve motor için istedikleri değer gemi boyuna bölündüğünde, metre başına ortalama 5.636 TL bir değer bulunmuştur. Şekil 5, balıkçı gemisi sahiplerinin programla ilgili görüşlerini yansıtmaktadır.

Ankete katılan gemi sahiplerinin geri-alım programından aldıkları destekleymeyle; borçlarını kapatacağı (%45), yeni bir gemi alacağı (%35), başka bir iş koluna yatırım yapacağı (%14) ve ev alacağı (%6) görülmektedir. Yeni bir gemi almayı

planlayan gemi sahiplerinin %57'si 12 m'den küçük, %14'ü trol ve gırgır avcılığı yapmak için büyük ve %29'u amatör avcılık için küçük bir gemi alacaklarını /aldıklarını ifade etmiştir.

Balıkçı gemisini geri-alım programı kapsamında devreden gemi sahiplerinin %68'i gemiye biçilen değerden memnun, %79'u programı faydalı bulma, %85'i programın devam etmesini istemiştir. Gemisini devreden gemi sahiplerinin %19'u, balıkçılıkta kalmaya devam edeceğini ifade etmektedir. Balıkçılıkta kalmaya devam edecek olanların %64'ü balıkçılığa eldeki ikinci bir gemi veya yeni satın alacakları bir gemi ile devam etmeyi düşünmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Balıkçıların programdan duydukları memnuniyet ve balıkçılığa devam etme istekliliği durumlarının oransal dağılımı
Figure 5. The satisfaction of the fishers from the program and the proportional distribution of their willingness status to stay in fishing

Gemisini devreden gemi sahibinin balıkçılıkta kalma durumu, balıkçılığı asıl veya ikinci meslek olarak yapmasına göre incelendiğinde; mesleği balıkçı olanların %19'unun balıkçılıkta kalmaya devam edeceği, ikinci iş olarak balıkçılık yapan her üç balıkçıdan ikisinin balıkçılığı terk edeceği görülmektedir.

TARTIŞMA

Türkiye'de üçüncüsü uygulanan balıkçı gemisi geri-alım programının büyük gemilerin filodan çıkarılmasını hedeflediği görülmektedir.

İlk iki programda daha ziyade atıl gemilerin alındığının farkında olan idareciler, bu programda büyük gemilerin filodan çıkarılmasına yönelik strateji izlemişlerdir. Gemi boylarına göre yapılan ödemelerin artırılması, bunun göstergesi olarak kabul edilebilir. Bununla birlikte, mevcut yeni düzenleme büyük teknelerin programa daha fazla ilgi göstermesini sağlayamamıştır. Bu durum, 30 metre üzerindeki gemilere yapılacak olan ödemenin balıkçılar tarafından yeterince cazip bulunmaması, bu boya gemiler arasında atıl kapasite gemi bulunmaması ve karlı çalışmaları gibi nedenlerle ilgili olabilir. Bu nedenlerle, Bakanlık I. Program ile 12 metre ve üzeri 364 gemiyi, II. Programda 10 metre ve üzeri 464 gemiyi filodan çıkarırken, III. Programda 10 metre ve üzeri sadece 191 gemiyi geri alabilmiştir. Bu gemilerin %5'i 12m-34m arasında, %95'i ise 10-12m aralığında yer alan gemiler olması programa büyük oranda küçük ölçekli balıkçıların ilgi göstermesinin bir sonucudur. 40 m ve üzeri tekne programa başvuramamıştır.

Uygulanan üç geri-alım programı sonucunda, toplamda 135,6 milyon TL (65,1 ABD \$) harcanarak, programlar başlamadan evvelki 2012 yılı (TÜİK, 2014) toplam balıkçı filosu (14324) üzerinden %6,9 oranında azalma gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, 2012 yılı 10 m üzeri balıkçı filosu üzerinden hesaplama yapıldığında, bu filonun sayısının da %39,4 oranında azaldığı görülmektedir (Tablo 1). Bununla birlikte, yaklaşık %40 azalmanın ardından 10 m üzeri filodaki gemi sayısının 1537 olması gerekirken, TÜİK (2018)'e göre 2419 olmasına açıklık getirmek gerekir. 31.01.2000 tarihli, SÜHD-91-912-199 sayılı yazıyla belirtilen Bakan Oluru ile bir balıkçı gemisinin boyunun bir defaya mahsus %20 artırılması hakkı tanınması bu artışta etkili olmuş olabilir. Zira geri-alım programlarının başlamasından itibaren yaklaşık 8,5 m civarında olan balıkçı gemilerinin boy uzatma hakkını kullanarak gemilerini 10 m üzerine çıkardıkları düşünülmektedir.

Table 1. 2012 yılı ile karşılaştırıldığında filodaki azalma
Table 1. Decrease in fleet as a result of buy-back programs compared to 2012*

Geri-alım Programları	Çıkarılan Balıkçı Gemisi (adet)	Destekleme Ödemesi (Milyon TL)	Destekleme Ödemesi (ABD \$)	Filodaki Azalma Oranı (%)
I. Program 2012-2013				
12m ve üzeri	364	62	32,6	14,3
II. Program 2013-2014				
10m ve üzeri	446	51	24,2	17,6
III. Program 2014-2015				
10m ve üzeri	191	22,5	8,3	7,5
TOPLAM	1001	135,5	65,1	39,4

*2012 yılında, filodaki 10 m > balıkçı gemisi sayısı 2534 adettir (TÜİK, 2013)

II. geri-alım programı kapsamında en çok geri-alım Marmara'dan (%38) gerçekleşmiştir. Benzer şekilde, Ekmekci ve Ünal (2019)' da ikinci programda en çok geri-alım yapılan bölgenin Marmara olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada görüşülen gemi sahiplerinin %41'inin yıl boyunca 1-90 gün arasında balıkçılık yapması, %4'ünün ise yıl boyunca hiç denize çıkmamış olması, program sayesinde filodan çekilen gemilerin neredeyse yarısının aktif olarak balıkçılık yapmadığını göstermektedir. Oysa pasif balıkçı gemilerinin ilk iki programda eritilmiş olacağı öngörülmüştür (Ekmekci ve Ünal, 2019), III. programda daha çok aktif balıkçılık yapan gemilerin filodan çekileceği düşünülüyordu. Bu oranın, takip eden programlarda da izlenmesi ve toplamda filodan çekilen gemilerin, yüzde kaçının aktif olarak balıkçılık yapan gemiler

olduğu tespit edilmesi gerekir. Zira geri-alım programının aşırı avcılıkla mücadeleye, sürdürülebilir balıkçılığa ne derece katkı yapacağına dair en önemli göstergelerden biri de; av gücü ve balıkçılık kapasitesidir. Ayrıca gemisini elden çıkaranların %40'ının ikinci bir balıkçı gemisine sahip olması göz önünde tutulmalıdır. Bunun yanı sıra, yeni bir balıkçı gemisi alıp balıkçılıkta kalmaya devam edeceklerin de tespit edilmesi ve izlenmesi gerekir. Yeni ruhsat alımı durdurulmasına rağmen (Ekmekci ve Ünal, 2019), var olan ruhsatların balıkçılar arasında el değiştirmesiyle yeniden balıkçılığa başlama yada kalma durumu yaşanmaktadır. Ekmekci ve Ünal (2019), II. Programda görüşülen gemi sahiplerinin %62'sinin gemi ve balıkçı gemisi ruhsatını devrettiği halde, yeniden balıkçılıkta kalacağını rapor etmektedir. Yazarlar, balıkçılıkta kalmayı

düşünen gemi sahiplerinin %71'inin balıkçılığa yeni veya başka bir gemi ile devam etmeyi tercih ettiklerini ve devam edecekleri gemide devrettikleri gemideki benzer av araçlarını kullanacaklarını belirtmiştir. Diğer yandan, balıkçılığa devam etmeyecek balıkçılar ellerinde kalan av araçlarını balıkçılıkta kalanlara devretmenin bir yolunu bulacaktır. Bu durumda, filoda yer alan bir gemi programdan önce sahip olduğu av aracından daha fazlasına sahip olacaktır. Bir başka ifadeyle, gemi sayısı azalmasına rağmen, kullanılan av araçlarının artması veya yeni teknolojilere geçilmesi gibi nedenlerle, stoklar üzerindeki av baskısında bir değişim olmayacağı iddia edilebilir (Ekmekci ve Ünal, 2019).

Bir diğer ilginç bulgu; görüşülen balıkçıların %95'inin, 10-12 m arası, küçük ölçekli balıkçı gemilerini elden çıkarmasıdır. Bu durum, programın küçük ölçekli balıkçıları cezbettiği, bu yönüyle amacına tam olarak ulaşamadığı şeklinde yorumlanabilir. Zaten programı cazip bulduğunu ifade eden grup da bu gruptur.

Gemi sahiplerinin yaş ortalamasının 49,25±7,75 yıl olması ve devrettikleri gemilerin yaşlı gemilerden oluşması (22,5±9,1 yıl), ilk bakışta gemilerini ruhsatlarıyla birlikte geri veren bu kişilerin hem gemilerini hem kendilerini emekliye ayırdığı şeklinde yorumlanabilir. Ancak bunların %35'inin yeni bir balıkçı gemisi almayı planladığı göz önüne alınacak olursa durumun hiç de emekliye ayrılma şeklinde gelişmeyeceği görülmektedir. Görüşülen balıkçıların %76'sı uzatma ağcılarıdır. Bu durumda, yeni gemi almayı planlayan %35'lik grubun küçük ölçekli balıkçılıkta kalacağı, muhtemelen daha yeni fakat daha küçük gemilerle bu işi yapacakları söylenebilir. Diğer yandan, III. programda görüşülen balıkçıların %85'i devrettikleri gemide tayfa çalıştırmaktadır ve bunların %73'ü

aile dışındaki kişilerden oluşmaktadır. Ancak ilk iki programda (Göktay vd., 2018; Ekmekci ve Ünal, 2019) olduğu gibi, bu programda da tayfalar dikkate alınmamıştır. Ekmekci ve Ünal (2019) bu programların gemi personelini koruyucu önlemler içermemesinin, bazı sosyo-ekonomik sorunların ortaya çıkmasına neden olabileceğini bildirmektedir. Benzer şekilde uluslararası ölçekte birçok geri-alım programının tayfaları göz ardı ettiği görülmektedir (Groves ve Squires, 2007).

SONUÇ

Balıkçılık yönetimi, balık stokları, denizel çevre ve kaynak kullanıcıları arasında hassas bir denge kurmayı ve bu dengenin sürdürülebilirliğini hedefler. Bu amaçla farklı yaklaşımlar, stratejiler, politikalar, kural ve düzenlemeler geliştirilir. Bahsi geçen yönetim araçlarından biri de; balıkçı gemilerinin, ruhsatlarının, her ikisinin, av araçlarının ya da hepsinin birden devlet tarafından satın alınarak filodan çekilmesidir. Balıkçılık geri-alım programları (fisheries buybacks) şeklinde ifade edebileceğimiz bu türden uygulamalar, yarım asırdır birçok ülkede uygulanmaktadır. Groves ve Squires (2007), balıkçılıkta geri-alım programlarının başarısı konusunda tartışmalara da yer vermektedir. Ortak görüş; bu tür programların amacına ulaşabilmesi için önceki deneyimlerden yararlanılması, çok iyi planlama yapılması, program sonuçlarının izlenmesi ve ilave tedbirlerle desteklenmesi gerektiğidir. Sonuç olarak, balıkçılıkta geri-alım programlarıyla ilgili yukarıda belirtilen tüm bu ayrıntılar ve yan etkiler, Türkiye'de programı başlatan ve yöneten idari mekanizma tarafından takip edilmeli, gerekli önlemler alınarak programın maksimum fayda yaratması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Bilgin, B. (2008). Türkiye'nin Akdeniz'de Balıkçılık Yönetimi Çerçevesinde Avrupa Birliği Ortak Balıkçılık Politikasına Uyumu, AB Uzmanlık Tezi. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ankara, 99 s.
- Curtis, R., & Squires, D. (2007). Fisheries Buybacks. Blackwell Publishing, 224 pp. DOI: [10.1002/9780470277836](https://doi.org/10.1002/9780470277836)
- Ekmekci, B., & Ünal, V. (2019). Analysis of the second buy-back program for fishing vessels in Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(3), 229-243. DOI: [10.12714/egejfas.2019.36.3.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.3.04)
- Fox, J.K., Grafton, R.Q., Kompas, T., & Che, T.N., 2006. Capacity Reduction and Productivity : A Profit Decomposition for the Australian South East Trawl Fishery. In: Fisheries Buybacks (eds R. Curtis and D. Squires). Fisheries Buybacks. Blackwell Publishing, ISBN: 978-0-813-82546-5, pp. 67-73.
- Göktay, S., Göncüoğlu-Bodur, H. & Ünal, V. (2018). Analysis of the First Buy-back Program for Fishing Vessels in Turkey (Türkiye'de ilk balıkçı gemisi geri-alım programının analizi). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4), 433-445. DOI: [10.12714/egejfas.2018.35.4.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.4.09)
- Groves, T. & Squires, D. (2007). Lessons from Fisheries Buybacks. In: Fisheries Buybacks (eds R. Curtis and D. Squires) Fisheries Buybacks. Blackwell Publishing, 267p.
- GTHB (2012). Resmi gazetenin 2012 tarihli ve 28328 sayısında yayımlanmış olan "Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkaranlara Yapılacak Destekleme Tebliği" (2012/51).
- GTHB (2013). Resmi gazetenin 2013 tarihli ve 28612 sayısında yayımlanmış olan "Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkaranlara Yapılacak Destekleme Tebliği" (2013/25).
- GTHB (2014). Resmi gazetenin 2014 tarihli ve 29023 sayısında yayımlanmış olan "Balıkçı Gemisini Avcılıktan Çıkaranlara Yapılacak Destekleme Tebliği" (2014/26).
- Hannesson, R. (2007). Do Buyback Programs Make Sense. In: Fisheries Buybacks (eds R. Curtis and D. Squires). Fisheries Buybacks. Blackwell Publishing, pp. 55-63. DOI: [10.1002/9780470277836.ch3](https://doi.org/10.1002/9780470277836.ch3)
- Kirkley, J, Morrison, P. C.J., & Squires, D. (2002). Capacity and capacity utilization in coomen-pool resoruse industries. *Environment Resource Economic*, 22:71-97 DOI: [10.1023/A:1015511232039](https://doi.org/10.1023/A:1015511232039)
- Miran, B. (2003). Temel istatistik. Ege Üniversitesi Basımevi, ISBN 975-9308800 Bornova İzmir.
- Newbold P., Carlson W.L., & Thorne B.M. (2013). Statistics for business and economics. Global edition. Pearson Education Limited.
- TÜİK (2018). Su Ürünleri İstatistikleri 2017. Yayın No: 4349, ISSN:978-605-7613-11-0. 78 s.
- TÜİK (2014). Su Ürünleri İstatistikleri 2013. Yayın No: 4349, ISSN: 1013-6177. 75 s.
- Ünal, V., Göncüoğlu, H. & Göktay, S. (2015). Türkiye'de Balıkçı Gemisi Geri Satın Alma Programının Değerlendirilmesi. Ege Üni. Bilimsel Araşt. Projeleri, 013/SÜF/014, 46 s.
- Üstündağ, E. (2010). Geçmişten Günümüze Balıkçılık Uygulamaları ve Hamsi Avcılığına Etkileri, 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı. 67-72.

Ordu ve Samsun'da su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması

The comparison of seafood consumption preferences and habits in Ordu and Samsun (Turkey)

Onur Güvenin¹ • Naciye Erdoğan Sağlam^{2*}

¹ Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0003-3343-7973>

² Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, Ordu, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0003-3259-0175>

Corresponding author: nes-34@hotmail.com

Received date: 08.01.2020

Accepted date: 20.02.2020

How to cite this paper:

Güvenin, O. & Erdoğan-Sağlam, N. (2020). The comparison of seafood consumption preferences and habits in Ordu and Samsun (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 259-265. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.08](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.08)

Öz: Bu çalışma, Ordu ve Samsun illerinde yaşayan kişiler arasından rastgele seçilen 1287 kişiye, 17 sorudan oluşan anket çalışması uygulanarak, kişilerin su ürünleri tüketim tercihleri ve davranışlarının belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Anketten doğru sonuçlar elde edebilmesi amacıyla ankete katılan kişilerin yaş, cinsiyet, meslek, bölge dağılımı, eğitim seviyesi ve gelir düzeyi gibi sosyo-demografik kriterlere dikkat edilmiştir.

Ankete katılanların %37,1'inin su ürünleri tüketimi 1-3 kg arasında olup, %4,4'ü kanatlı eti, %17'si ise balık etini tercih ederek kanatlı eti balık etine göre daha çok tükettiklerini belirtmektedirler. Mevsimsel olarak balık tüketim oranları incelendiğinde en fazla kışın %39 ve sonbaharda %33,7 oranında olup, ilkbahardan kışa doğru balık tüketiminde artış olduğu görülmektedir. Ayrıca, tüketici tercihleri incelendiğinde %94,4'ünün taze balık tercih ettiği, %19'unun haftada bir, %48,7'sinin ayda bir balık tükettiği belirlenmiştir. En çok tüketilen su ürünü %43,7 ile hamsi olup, %47,6 ile kızartma şeklinde tüketim yaygındır. Her iki ilde balık potansiyeli göz önünde bulundurularak anket sonuçları değerlendirildiğinde, potansiyelin çok altında kaldıkları görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Su ürünleri, tüketici tercihleri, Ordu, Samsun

Abstract: This study aims to determine the consumption behavior of seafood of people in Ordu and Samsun by a questionnaire composed of 17 questions. The questionnaire was randomly applied on 1287 people. Some characteristics such as age, gender, profession, educational status and income level of people were also considered to correct results.

37.1% of the respondents who consumed seafood products between 1-3 kg stated that they chose more poultry meat (44.4%) than fish meat (17%). Searching consumption of seafood due to seasons; 39% in winter and 33.7% in fall. And also, from spring to winter, consumption of seafood has increased. According to the consumer preferences, 94.4% of preferred fresh fish and that 19% preferred weekly, 48.7% preferred fish once a month. Anchovy (43.7%) is the most commonly consumed seafood, and its consumption is common as frying (47.6%). When the consumer preferences were examined, it was determined that 94.4% preferred fresh fish, 19% preferred weekly, 48.7% preferred fish once a month. When the survey results are evaluated considering the fish potential of Ordu and Samsun provinces, we see that it is well below the potential.

Keywords: Seafood, consumer preference, Ordu, Samsun

GİRİŞ

Dünya'nın $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olması, barındırdığı organizmalar açısından oldukça zengin olan su kaynakları, su ürünlerinin ucuz ve kaliteli protein kaynağı olması gün geçtikçe su ürünlerinin önemini daha da arttırmaktadır (Çiçek vd., 2014). Kırmızı et ve tavuk eti üretiminde kullanılan kimyasal, hormon ve çeşitli hastalıkları taşıma endişesiyle insanlar su ürünleri tüketimine yönelmektedir (Temel, 2014).

Ekonomik sınırlandırıcılar, ürünün sunuş şekli ve yeme alışkanlığı gibi farklı etmenlere bağlı olan su ürünleri tüketimi, ülkemizde bölgeler arasında da tüketim şekli ve oranı olarak da farklılık göstermektedir (Atay vd., 2002).

Dünya su ürünleri üretimi yaklaşık 171 milyon ton olup bunun %53'ü avcılık yoluyla elde edilmiştir (FAO, 2017). Kişi başı su ürünleri tüketimi 1961-2015 yılları arasında yıllık ortalama yaklaşık %1,5'lik bir yükseliş göstererek 9 kg'dan, 20,2 kg'a ulaşmıştır (FAO, 2018). Türkiye su ürünleri üretim miktarı yüksek olup, protein ihtiyacının karşılanabileceği en zengin kaynak balık olmasına rağmen, 2017 yılında 5,5 kg olan kişi başı ortalama su ürünleri tüketimi dünya ortalamasının oldukça altındadır (TÜİK, 2019). Su ürünleri tüketim miktarımızın düşük olma nedenleri üzerinde durularak çözümler üretilmesi gerekmektedir (Çaylak, 2013).

Balıkçılığın yoğun olarak yapıldığı Karadeniz bölgesi için tüketicilerin %73,2'si günlük taze balık tüketimini tercih etmektedir (Aydın ve Karadurmuş, 2012). Karadeniz Bölgesi'nde, su ürünleri tüketim alışkanlıkları ile ilgili yapılmış çalışma çok az sayıdadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli balıkçılık kaynaklarından olan Ordu ve Samsun bölgelerinde yaşayan ve rastgele seçilen kişilerin su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıkları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma 2018 yılı içerisinde Ordu İli Fatsa, Ünye, Perşembe, Altınordu, Gülyalı, Kumru, Korgan ilçelerinde ve Samsun İli Çarşamba, Terme, Tekkeköy, Atakum, İlkadım ilçelerinde tesadüfi olarak seçilen 1287 kişi ile yüz yüze görüşülerek 17 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan anket çalışması ile gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmasında kişilerin bazı sosyo-demografik özelliklerini belirleyici ve balık tüketimi ile ilgili sorular sorulmuştur. Ayrıca TÜİK ve FAO balıkçılık istatistiklerinden faydalanılmış ve veriler MS-Excel

programında değerlendirilmiştir. Bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin karşılaştırılmasında ki kare analizinden yararlanılmıştır.

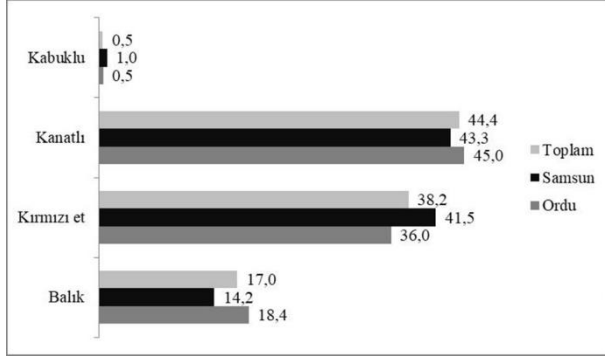
BULGULAR

Anket taramasına katılan kişilerin bazı sosyo-ekonomik ve demografik özelliklerine göre dağılımları Tablo 1'de verilmiştir. Ordu ve Samsun Bölgesi'nde katılımcıların %39,16'sı kadın, %60,84'ü erkektir. Ankete katılanların yaş ortalaması çoğunlukla 21-30 yaş arasında (%33,33) olup, 30 yaş üzerinde olan kişi sayısı Ordu Bölgesi'nde 455/786, Samsun Bölgesi'nde 170/501'dir. Her iki ilde de en yüksek oranda katılımcıların toplam %36,76'sı lise mezunudur. Yaptıkları meslek değerlendirildiğinde (Ordu ilinde %35,75, Samsun ilinde %22,75) her iki ilde de memur kesimi ilk sırayı almakta, bunu işçi olarak çalışanlar takip etmektedir. Balık tüketiminde en önemli faktörlerden olan gelir düzeyi değerlendirildiğinde Ordu ilinde katılımcıların büyük çoğunluğunun (%45,29) 900-1200 TL, Samsun ilinde (%35,92) ise 1200 TL'de fazla gelir düzeyine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Tablo 1. Anket katılımcılarına ait sosyo-ekonomik ve demografik veriler
Table 1. Socio-economic and demographic data of the survey participants

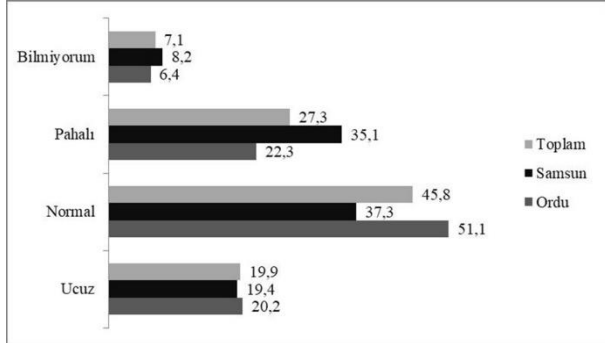
Cinsiyet	Kadın	Erkek				
Ordu	294	492				
Samsun	210	291				
Toplam (%)	%39,16	%60,84				
Yaş	<20	21-30	31-40	41-50	>51	
Ordu	75	256	195	190	70	
Samsun	58	173	151	92	27	
Toplam (%)	%10,33	%33,33	%26,88	%21,91	%7,54	
Öğrenim Durumu	İlköğretim	Lise	Ön Lisans	Lisans	Lisansüstü	Hiçbiri
Ordu	232	318	93	91	7	45
Samsun	134	155	52	97	10	53
Toplam (%)	%28,44	%36,76	%11,27	%14,60	%1,32	%7,61
Meslek	Serbest	Memur	İşçi	Emekli	Öğrenci	Ev hanımı
Ordu	185	281	202	100	80	38
Samsun	94	114	98	66	54	75
Toplam (%)	%21,68	%30,70	39%	%12,90	%10,41	%8,78
Gelir Düzeyi	<500	500-700	700-900	900-1200	>1200	
Ordu	75	86	102	356	176	
Samsun	123	38	64	96	180	
Toplam (%)	%15,38	%9,63	%12,89	%35,12	%27,66	

Her iki ilde de ankete katılanların %45'i kanatlı eti tükettiğini bildirirken, balık tüketimi kırmızı et tüketiminden sonra %18,4 ile üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 1).



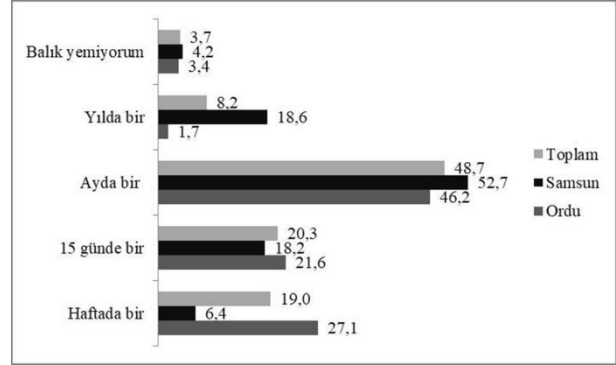
Şekil 1. Tüketim tercihleri
Figure 1. Consumption preferences

Araştırmada ankete katılanlara et ve balık fiyatları hakkındaki görüşleri sorulduğunda ise katılımcıların %22,3'ü balık fiyatlarını pahalı bulurken, %20,2'si ucuz bulunduğunu, %51,1'i ise balık fiyatlarının normal olduğunu belirtmiştir (Şekil 2).



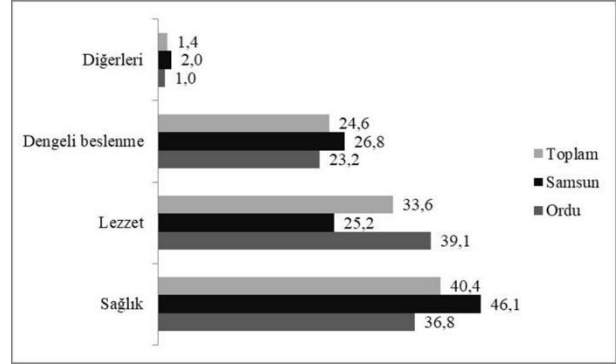
Şekil 2. Balık fiyat dağılımı
Figure 2. Fish price distribution

Ordu ve Samsun illerinde balık tüketim aralığına bakıldığında Ordu'da katılımcıların %46,2'si ayda bir, %27,1'i haftada bir, %21,6'sı on beş günde bir, %1,7'si yılda bir ve %3,4'ü balık tüketmediğini belirtirken, Samsun ilinde ise katılımcıların %52,7'si ayda bir, %18,6'sı yılda bir, %18,2'si on beş günde bir, %6,4'ü haftada bir ve %4,2'si balık yemediğini bildirmiştir. Her iki ilde de genel balık tüketimi değerlendirildiğinde %48,7'si ayda bir, %20,3'ü on beş günde bir, %19'u haftada bir, %8,2'si yılda bir balık tüketirken ve %3,7'sinin hiç balık tüketmediği belirlenmiştir (Şekil 3).



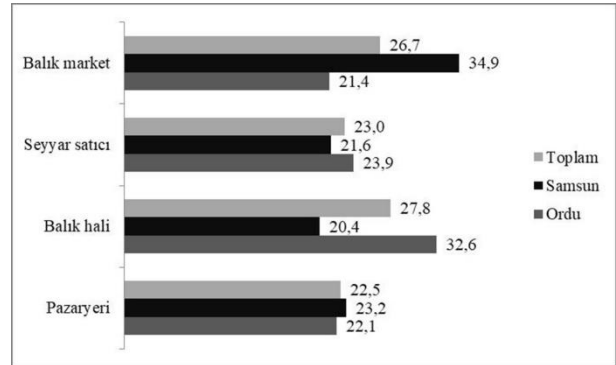
Şekil 3. Balık tüketimi
Figure 3. Fish consumption

Katılımcıların %40,4'ü sağlıklı olduğu için, %33,6'sı lezzetli olduğundan, %24,6'sı dengeli beslenmek amacıyla ve %1,4'ü diğer nedenlerle balık tüketmeyi tercih ettiklerini bildirmişlerdir (Şekil 4).



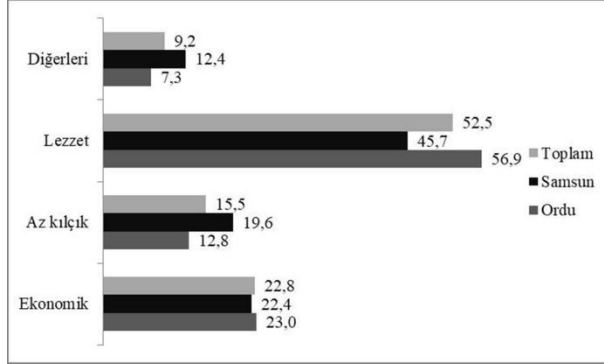
Şekil 4. Balık tercihi
Figure 4. Fish preference

Tüketicilerin balığı satın aldığı yerler değerlendirildiğinde; Ordu'da %32,6 ile en yüksek oranda balık halinden, %21,4 ile en düşük oranda balık marketten, buna karşılık Samsun'da ise %34,9 ile en yüksek oranda balık marketten, %20,4 ile en düşük oranda balık halinden satın alındığı görülmüştür (Şekil 5).



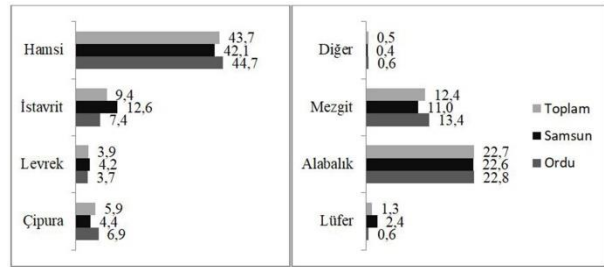
Şekil 5. Balık temin yerleri
Figure 5. Fish supply places

Balık satın alırken dikkat edilen noktalar sorulduğunda katılımcıların Ordu'da %56'sı, Samsun'da %45,7'si lezzetli; Ordu'da %23'ü, Samsun'da %22'si ekonomik bulduğu için aldıklarını bildirmişlerdir (Şekil 6).



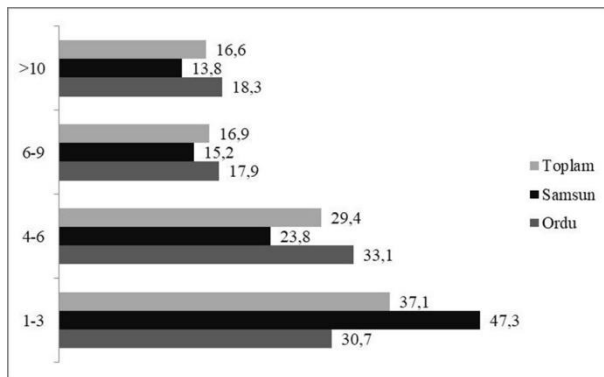
Şekil 6. Balık alırken dikkat edilen hususlar
Figure 6. Considerations on buying fish

Tüketicilerin en fazla tercih ettikleri balık türleri sorulduğunda Ordu ve Samsun il'lerinde sırasıyla; %44,7, %42,1 hamsi, %22,8, %22,6 alabalık, %13,3, %11 mezgit, %7,4, %12,6 istavrit, %6,9, %4,4 çipura, %3,7, %4,2 levrek tükettikleri belirlenmiştir (Şekil 7).



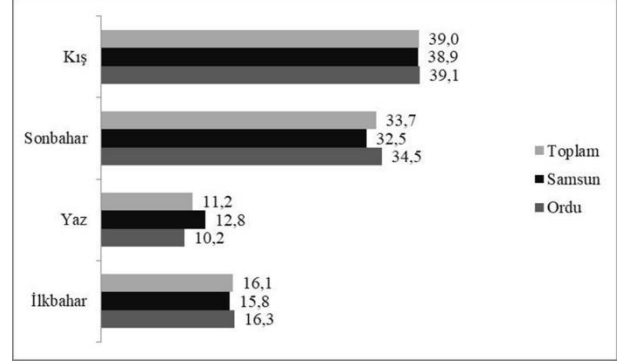
Şekil 7. En çok tüketilen balık
Figure 7. Most consumed fish

Katılımcıların aylık balık tüketim miktarı değerlendirildiğinde Ordu'da %33,1'i 4-6 kg, %30,7'si 1-3 kg; Samsun'da ise %47,3'ü 1-3 kg, %23,8'i 4-6 kg arasında balık tüketmektedir (Şekil 8).



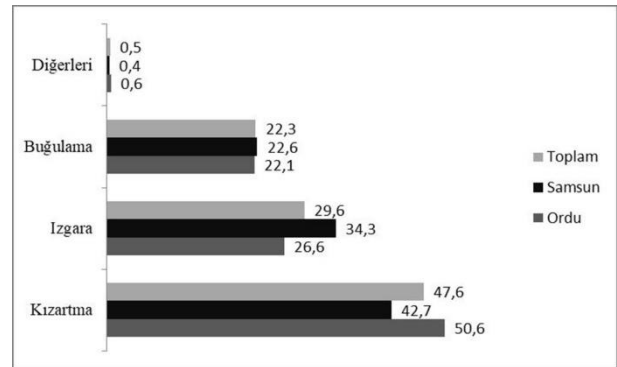
Şekil 8. Aylık su ürünleri tüketimi (kg)
Figure 8. Monthly consumption of seafood (kg)

Tüketicilerin balık tüketiminde mevsim tercihlerine bakıldığında Ordu ve Samsun'da sırasıyla en fazla %39,1, %38,9 kışın ve %34,5, %32,5 sonbaharda balık tükettikleri belirlenmiştir (Şekil 9).



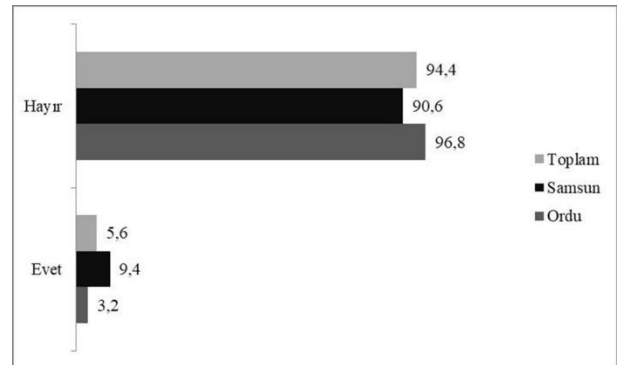
Şekil 9. Mevsim tercihi
Figure 9. Season choice

Katılımcılar su ürünlerini pişirirken kızartma, ızgara, buğulama gibi çeşitli yöntemler kullandıklarını ifade etmişlerdir. Ordu ve Samsun'da sırasıyla %50,6, %42,7 ile kızartma ilk sırayı alırken onu en sağlıklı pişirme yöntemi olduğu düşünülen ızgara (%26,6, 34,3) ve buğulama (%22,21, %22,6) takip etmektedir. Genel toplam bakıldığında %47,6 kızartma, %29,6 ızgara ve %22,3 buğulama balık tercih edilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Pişirme yöntemleri
Figure 10. Cooking methods

Katılımcıların Ordu'da %96,8'i, Samsun'da %90,6'sı işlenmiş balık tüketmediğini bildirmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. İşlenmiş balık tüketimi
Figure 11. Processed fish consumption

Tablo 2. Anket soruları ile Ordu ve Samsun illeri için khi-kare analizi testi
Table 2. Chi-square analysis test for Ordu and Samsun provinces with survey questions

	X ²	Sd	P	Değer	
Ordu-Samsun	Tüketim tercihleri	5,152	3	0,161	Önemsiz
	Balık fiyat dağılımı	32,890	3	0,001<	Önemli
	Balık tüketimi	180,110	4	0,001<	Önemli
	Balık tercihi	27,899	3	0,001<	Önemli
	Balık temin yerleri	38,381	3	0,001<	Önemli
	Balık alırken dikkat edilen hususlar	24,916	3	0,001<	Önemli
	En çok tüketilen balık	24,643	8	0,002	Önemli
	Aylık su ürünleri tüketimi	37,075	3	0,001<	Önemli
	Mevsim tercihi	2,238	3	0,526	Önemsiz
	Pişirme yöntemleri	10,571	3	0,014	Önemli
	İşlenmiş balık tüketimi	22,274	1	0,001<	Önemli

Anket çalışması sonucunda elde edilen cevaplara göre tüketim tercihleri ve mevsim tercihlerine göre Ordu ve Samsun arasında istatistiksel bir ilişki olmadığı görülürken ($P>0,005$) diğer anket soruları için Ordu ve Samsun arasında bir ilişki bulunmaktadır ($P<0,005$) (Tablo 2).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde en fazla tüketilen su ürünü olan balık en önemli protein kaynaklarından. Balık tüketim alışkanlıkları denize sınırı olan yerlerle, iç kesimlerde farklılık göstermektedir (Köprücü, 2007).

Bu çalışmada katılımcıların %60,84'ü erkek, %39,16'sı kadın olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde su ürünleri tüketim tercihleri ile ilgili çalışmalarda katılımcılar arasında bölgelere göre sosyo-demografik farklılıklar mevcuttur. Farklı çalışmalarda su ürünleri tüketiminin %53 erkek, %47 kadın (Bayraktar vd., 2019), %56 erkek, %44 kadın (Şen ve Şahin, 2017), %73,5 erkek, %26,5 kadın (Aydın ve Karadurmuş, 2013), % 67,79 erkek, % 32,21 kadın (Çolakoğlu vd., 2006), %60 erkek, %40 kadın (Saygı vd., 2006), %85,58 erkek, %14,42 kadın (Adıgüzel vd., 2009) tüketicilerden oluşmaktadır. Sivri (2018) yaş yoğunluğunu 36-45 arası bildirirken, Çadır (2012) 46 ve üstü yaş şeklinde bildirmiştir. Çalışmada Ordu ve Samsun illerinde katılımcıların yaşları 20-60 arasında değişim gösterirken, Ordu ilinde en yoğun yaş aralığı 31-40, Samsun ilinde ise 21-30 aralığındadır. Samsun ilinde bulunan genç nüfusun Ordu iline göre daha çok balık tercih ettiği görülmektedir. Mevcut çalışmada katılımcıların, Ordu ilinde %40, Samsun ilinde %31 ile en yüksek oranda lise mezunlarından oluştuğu tespit edilirken, Ankara ve Çanakkale bölgelerindeki çalışmada katılımcıların %38'inin lise mezunu (Bayraktar vd., 2019), Mersin'de yapılan çalışmada

%45,9'unun lisans mezunu olduğu (Sivri, 2018) bildirilmiştir. Bu çalışmada her iki ilde de katılımcıların büyük bir kısmı kamu çalışanlarından oluşmakta olup, bu oran Ordu ilinde %32, Samsun ilinde %23'tür. Aydın ve Karadurmuş (2013) (Giresun ve Trabzon bölgeleri) katılımcıların çoğunluğunun %37 ile öğrencilerden, Sivri (2018) (Mersin bölgesi) çoğunluğun %32 ile kamu çalışanlarından oluştuğunu bildirmişlerdir. Çalışmada çoğunluğu oluşturan yaş, cinsiyet, eğitim ve mesleki durumlarındaki farklılıklar, katılımcı tercihinin tesadüfi olmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırmada katılımcıların Ordu ilinde %45 ile 900-1200 TL, Samsun ilinde %36 ile 1200 TL'den fazla gelire sahip oldukları belirlenmiştir. Bayraktar vd., (2019) katılımcıların %32,5'inin 500-1000 TL arasında, Şen ve Şahin (2017) %36'sının < 1000 TL olduğunu bildirmiştir. Samsun ili balıkçılık faaliyetleri yönünden daha yoğun olmasına ve gelir düzeyinin daha yüksek olmasına rağmen, balık tüketim oranının daha düşük olması diğer hayvansal protein kaynaklarının tercih edilmesinden kaynaklanabilir. Bölge halkının et ürünleri tercihi kıyaslandığında kanatlı et %44,4, kırmızı et %38,2 ve balık %17 olarak belirlenmiştir. Karadeniz kıyısında yer alan ve su ürünlerinin bol bulunduğu bu bölgelerde balık tüketim tercihinin daha yüksek oranda olması gerektiği düşünülmektedir.

Mevcut çalışmada balık fiyatlarını Ordu'da %51,1, Samsun'da %37,3 katılımcı normal bulmasına rağmen tüketim açısından kanatlı eti tercih etmeleri dikkat çekmektedir. Ayrıca katılımcıların Ordu ilinde %46,2'si, Samsun ilinde ise %52,7'si ayda bir kez balık tükettiğini bildirmiştir. Gökçeada'da %49,6'lık oranla haftada 2-3 kez (Doğan ve Gönülal, 2014), Rize'de % 29'luk oranla haftada 2-3 defa (Erdem, 2009), İzmir de % 17'lik oranla haftada 1 defa (Saygı vd., 2006) balık tükettikleri bildirilmektedir. Türkiye'de kişi başı yıllık balık tüketim miktarı dünya ortalamasının altındadır. Karadeniz Bölgesi balıkçılığın

en yaygın olduğu ve toplam balık üretiminin büyük bir kısmının sağlandığı bölge olması nedeniyle balık tüketim oranının daha yüksek olması gerektiği düşünülmektedir.

Mevcut çalışmada katılımcılar Ordu'da %36,8 sağlıklı, %39,1 lezzetli, Samsun'da ise %46,1 sağlıklı, %25,2 lezzetli olması nedeniyle balık tükettiklerini bildirmişlerdir. Bayraktar vd. (2019) balık etini tüketme sebebi olarak %29 sağlıklı olması; Sivri (2018), %61 sağlıklı, %19,7 lezzetli olması; Aydın ve Karadurmuş (2013), %45,95 sağlıklı olması; Çaylak (2013), %43,94 lezzetli olması nedeniyle tercih ettiklerini bildirmiştir. Çalışmaların genelinde balık tüketim tercihlerinin başında sağlıklı ve lezzetli olmasının geldiği, balık etinin sağlık açısından önemi konusunda bilinçli oldukları görüşünü oluşturmuştur. Ancak doğru şekilde pişirilmediği zaman besin değeri azalacağı bilinmesine rağmen Ordu ve Samsun bölgelerinde en sağlıklı olduğu düşünülen ızgara ve buğulama pişirme yöntemleri yerine kızartma (%47,6) yönteminin tercih edilmesi de dikkat çekicidir. Yapılan çalışmalar benzerlik göstermekte olup ilk sırada kızartma yönteminin tercih edilmesi tamamen tüketim alışkanlığından kaynaklanmaktadır.

Anket katılımcılarının su ürünü temini için verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde; Ordu'da %32,6, Samsun'da %20,4 balık hali iken, Ordu'da %21,4, Samsun'da %34,9 balık marketleri tercih ettikleri görülmektedir. Samsun ilinin Ordu'ya göre daha büyük bir il olması balığın temin yerleri konusundaki tercihlerde farklılıklar yaratmıştır. Benzer çalışmalar ile bulgular uyum içinde olup, Bolat ve Cevher (2018) %53 balık halinden, Temel ve Uzundumlu (2014) %80 balık halinden, Aydın ve Karadurmuş (2013) %57,3 balık satış yerlerinden, Bayraktar vd. (2019) %29 pazar yerinden, Abdikoğlu vd. (2015) %54,51 balıkçıdan, Bashimov (2017) %62 sabit balık satıcılarından tercih edildiğini bildirmişlerdir. Halkımızın hijyenin önemi ve sağlık konusunda bilinçli davranış göstermesi, seyyar satıcı ve pazar yerlerini daha az tercih etmesi de dikkat çekmektedir. Hayati öneme sahip olan, kişilerin bireysel ve çevresel hijyen bilinci, besin sanitasyonu, beslenme ve sağlık gibi konularda okullarda yeterli eğitim verilmesi toplumu olumlu yönde etkileyecektir. İtalya ve İngiltere'de bu durumun önemini vurgulayan çalışmalar mevcuttur (Altekruse vd., 1999; Angelio vd., 2001).

Çalışmamızda ankete katılan katılımcılara balık satın alırken dikkat edilen hususlar sorulduğunda genel toplamda lezzetli (%52,5) ve ekonomik (%22,4) olduğunu için tükettiklerini belirtmişlerdir. İşlenmiş balık tüketimi tercihleri sorulduğunda katılımcıların genel toplamda %94,4'ü hayır derken, %5,6'sı evet cevabı vermiştir. Tüketicilerin sağlıklı, lezzetli, taze ve kaliteli ürün tüketimi konusunda bilinçlendiği dikkat çekmektedir. Gelişmiş ülkelerde pratik ve hızlı tüketim olarak düşünülen işlenmiş su ürünleri tüketimi (konserve, salamura, tütsülenmiş vb.) ülkemizde fazla tercih edilmemekte,

su ürünleri genellikle taze tüketim şeklinde tercih edilmektedir. Damak tadına göre tercih sebeplerinin bölgesel olarak farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Özellikle Karadeniz Bölgesi'nde işleme fabrikalarının az olmasının da tercihlerde etkili olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada bireylerin en çok balığı kış (Ordu %39,1, Samsun %39,9) ve sonbahar (Ordu %34,5, Samsun %32,5) aylarında tükettikleri, en çok hamsi tüketimi yapıldığı, bunun yanı sıra alabalık, mezgit, istavrit, çipura ve levrek gibi deniz ve kültür balığı türlerinin de tüketildiği görülmüştür. Ülke genelinde hamsi en fazla tüketilen türdür. Yüksel vd., (2011), Tunceli ilinde % 33, Orhan ve Yüksel (2010), Burdur ilinde % 77, Erdal ve Esengun (2008), Tokat ilinde % 65 olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum Türkiye genelinde yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Balık tüketiminin daha çok kış aylarında olmasının nedeni av sezonuna denk gelmesi ve tüketicilerin yetiştiricilikten çok avcılık yoluyla elde edilen balıkları tercih etmesi olabilir. Dengeli beslenme ve özellikle balıkta çokça bulunan omega3'ün önemi konusunda diğer mevsimlerde de balık tüketimini teşvik edecek çalışmalara ağırlık verilmesi faydalı olacaktır.

Anket katılımcılarının ailelerinin aylık su ürünleri tüketim miktarları Ordu ilinde ortalama 5,53 kg, (%33'ü 4-6 kg, %31'i 1-3 kg); Samsun ilinde ortalama 4,72 kg (%47'si 1-3 kg, %24'ü 4-6 kg) olarak tespit edilmiştir. Mersin ilinde yapılan çalışmada katılımcıların aylık su ürünleri tüketimleri, % 63,2'sinin 1-3 kg, % 27,2'si 4-6 kg, % 5,6'sı ise 6-10 kg olduğu şeklindedir (Sivri, 2018). Rize ilinde tüketicilerin yıllık balık tüketim miktarları incelendiğinde hanelerin % 13'ü 130 kg, % 26'sı 80-130 kg arası, % 21,7'si 50-80 kg arası, % 39,1'i ise 50 kg altında balık tükettikleri bildirilmiştir (Temel, 2014). Keban Baraj Gölü Ova Bölgesi'ndeki çalışmada katılımcıların % 27,4'ünün 4-6 kg balık tükettiğini belirtmiştir (Çadır, 2012). Ordu'da 26,3 kg/yıl (Aydın ve Karadurmuş, 2012), Trabzon ve Giresun bölgelerinde yapılan çalışmada Bulancak ilçesinde 43,8 kg/yıl, Giresun ilinde 28,08 kg/yıl, Akçaabat ilçesinde 28,08 kg/yıl, Trabzon ilinde kişi başına balık tüketiminin 22,56 kg/yıl (Aydın ve Karadurmuş, 2013), Rize ilinde kişi başı balık tüketiminin 20,07 kg/yıl (Temel ve Uzundumlu, 2014) olduğu bildirilmiştir.

Sonuç olarak; Ülkemizin balık tüketimine olan ilgisi ve alışkanlıkları Ordu ve Samsun illeri örneği ile ortaya konulmuştur. Ancak bölgesel tüketimler dışında ülkemizin balık tüketiminin diğer ülkelerden oldukça az olması dikkat çekicidir. Gelişim ve beslenmede önemi büyük olan hayvansal kaynaklı proteinlerin kişi başına tüketim miktarları fizyolojik gereksinimleri karşılayacak nitelikte alınmalıdır (Cevger vd., 2008). Sağlıklı yaşamının vazgeçilmezlerinden olan balıkla beslenmenin desteklenmesi ve halkın daha fazla tüketime teşvik edilmesi, toplum olarak hayat kalitemizin yükselmesine de katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Abdikoğlu, D.İ., Azabağaoğlu, M.Ö. & Unakitan, G. (2015). Determining The Purchase Preferences of Fish in Tekirdag Province (in Turkish with English abstract). *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, 1(1), 69-75.

Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M. & Büyükbay, E.O. (2009). Fish Consumption of Households in Almus County of Tokat Province (in Turkish with English abstract). *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 26(2), 35-43.

- Altekuse S.F., Yang, S., Timbo, B.B. & Angulo, F.J. (1999). A multi-state survey of consumer food-handling and food-consumption practices. *American Journal of Preventive Medicine*, 16(3), 216-21. DOI: [10.1016/s0749-3797\(98\)00099-3](https://doi.org/10.1016/s0749-3797(98)00099-3)
- Angelio I.F., Foresta M.R., Scozzafava C. & Pavia M. (2001). Consumers and foodborne diseases: knowledge, attitudes and reported behavior in one region of Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 28; 64 (1-2), 161-6. DOI: [10.1016/s0168-1605\(00\)00451-7](https://doi.org/10.1016/s0168-1605(00)00451-7)
- Atay, D., Aydın, F., & Yavuzcan-Yıldız, H. (2002). Su ürünleri yetiştirme ilkeleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 270s, Ankara
- Aydın, M & Karadurmuş, U. (2012). Consumer behaviors for seafood in Ordu province. *SUMAE Yunus Araştırma Bülteni*, (3),18-23. DOI:10.17693/yunusae.v2012i21908.235434
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013). Consumer Behaviors for Seafood in Giresun and Trabzon Province (in Turkish with English abstract). *The Black Sea Journal of Sciences*, 3(9), 57-71.
- Bashimov, G. (2017). Determining Fish Meat Consumption Habits in Niğde Province (in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Agricultural And Natural Sciences*, 4 (2), 196–204.
- Bayraktar, S., Ergün, S. & Ayvaz, Z. (2019). Comparison of Seafood Consumption Preferences and Habits in Ankara and Çanakkale (Turkey) (in Turkish with English abstract). *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 213-226. DOI: [10.22392/actaqua.489281](https://doi.org/10.22392/actaqua.489281)
- Bolat, Y. & Cevher, H. (2018). A Survey Study on Habits of Fish Consumption in Konya Province (Turkey) (in Turkish with English abstract). *Journal of Eğirdir Fisheries Faculty*, 14(3), 241-252. DOI: [10.22392/legirdir.398151](https://doi.org/10.22392/legirdir.398151)
- Cevger, Y., Aral, Y., Demir, P. & Sarıözkan, S. (2008). The situation of animal products consumption and consumer preferences among intern students at the Ankara University Faculty of Veterinary Medicine (in Turkish with English abstract). *Veterinary Journal of Ankara University*, (55), 189-194.
- Çadır, F. (2012). Keban baraj gölü ova bölgesi su ürünleri tüketiminin araştırılması. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 35 s. Elazığ.
- Çaylak, B. (2013). Fishery Product Consumption and Consumer Preferences Survey in izmir Province (in Turkish with English abstract). Çanakkale Onsekiz Mart University Graduate School of Natural and Applied Sciences Chair for Fisheries Thesis of Master of Science, 48s, Çanakkale.
- Çolakoğlu, A. F., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç. & Ormanci, B.H. (2006). The evaluation of fish consumption in Çanakkale (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1/3), 387-392.
- Çiçek, E., Akgün, H. & İlhan, S. (2014). Elazığ ili balık eti tüketim alışkanlığı ve tercihinin belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni* (1), 3-11. DOI: [10.17693/yunus.21364](https://doi.org/10.17693/yunus.21364)
- Doğan, K. & Gönülal, O. (2014). Determination of Fish Consumption Habit and Socio-economic Analysis in Gökçeada (in Turkish with English abstract). *Istanbul University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, (29-1), 101-116.
- Erdal, G. & Esengül, K. (2008). The analysis of the factors affecting fish consumption in Tokat province by logit model (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 25(3), 203-209.
- Erdem, M.E., Koral, S., Tufan, A. & Yazıcılar, Y.E. (2009). Rize halkı balık tüketim alışkanlığı ve tütülenmiş alabalığa bakış açıları. 15. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu 01-04 Temmuz 2009. Rize
- FAO (2017). FAO Yearbook of Fisheries and Aquaculture Statistics, Rome.
- FAO (2018). FAO Yearbook of Fisheries and Aquaculture Statistics, Rome.
- Köprücü, K. (2007). Türkiye su ürünleri üretiminin durumu ve değerlendirilmesi, *Türk Tarım Dergisi*, (178), 22-28.
- Orhan, H. & Yüksel, O., (2010). Fishery Product Consumption Survey in Burdur Province (in Turkish with English abstract). *Journal of The Faculty of Agriculture*, 5 (1), 1-7.
- Saygı, H., Saka, Ş., Fırat, K. & Katağan, T. (2006). The consumption of fish and approach to fish culture of public opinion in Izmir Central Districts (in Turkish with English abstract). *Ege. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23(1-2), 133-138.
- Sivri, B.H. (2018). Survey of Consumer Behavior in Respect to Aquatic Product Consumption: Mersin City Example (in Turkish with English abstract). Mersin University Fisheries Thesis of Master of Science, 126s, Mersin.
- Şen, İ. & Şahin, A. (2017) A Survey on Fish Consumption Preferences by Demographic Factors of The Consumers Living in Mersin (in Turkish with English abstract). *Afyon Kocatepe University Journal of Economics and Administrative Sciences*, 19(1), 33-46. DOI: [10.5578/jeas.48561](https://doi.org/10.5578/jeas.48561)
- Temel, T. (2014). To Determine The Factors That Affect The Fish Consumption of Families in Rize (in Turkish with English abstract). Atatürk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Agricultural Economics Department of Agribusiness, Master Thesis, 73s, Erzurum.
- Temel, T. & Uzundumlu, A.S. (2014). Rize ilinde hanelerin balık tüketimi üzerine etkili olan faktörlerin belirlenmesi (in Turkish with English abstract). *Menba Journal of Fisheries Faculty*, (3), 14-22.
- TÜİK (2019). Su Ürünleri İstatistikleri (Fisheries Statistics). <http://www.tuik.gov.tr>, Erişim tarihi: 05.06.2019.
- Yüksel, F., Karaton-Kuzgun, N. & Özer, E.İ. (2011). Determination of the Fish Consumption Habits of Tunceli Province (in Turkish with English abstract). *The Black Sea Journal of Science*, 2(5), 28-36.

Relationships between body size - otolith size for seven demersal fish species from the Marmara Sea, Turkey

Marmara Denizi'nde dağılım gösteren yedi dip balığının vücut ölçüsü-otolit ölçüsü ilişkileri

Ismail Burak Daban^{1*} • Mukadder Arslan İhsanoğlu² • Ali İşmen³

¹ Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fisheries and Processing Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100, Çanakkale, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0002-2973-5698>

² Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fisheries and Processing Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100, Çanakkale, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0003-0072-5848>

³ Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fisheries and Processing Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100, Çanakkale, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0003-2456-0232>

Corresponding author: burakdaban@gmail.com

Received date: 27.01.2020

Accepted date: 11.03.2020

How to cite this paper:

Daban, İ.B., Arslan İhsanoğlu, M. & İşmen, A. (2020). Relationships between body size- otolith size for seven demersal fish species from the Marmara Sea, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 267-274. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.09)

Abstract: The total length-otolith length (TL-OL), total length-otolith width (TL-OWi), total length-otolith weight (TL-OW) and total weight-otolith weight (TW-OW) relationships of seven fishes in the Marmara Sea, Turkey were calculated. Measurements of sagittal otoliths (length, width and weight) and individuals (total length and total weight) from these species (*Gaidropsarus biscayensis*, Mediterranean bigeye rockling; *Arnoglossus kessleri*, Scaldback; *Solea solea*, Common sole; *Uranoscopus scaber*, Stargazer; *Lophius budegassa*, Blackbellied angler, *Lepidorhombus boscii*, The four-spot megrim and *Lesueurigobius friesii*, Fries's goby) were given. Linear regression analysis ($y = bx + a$) was used to determine the relationship between each morphometric character and the coefficient of determination (r^2) were calculated. Highest determination coefficient were determined for *L. budegassa* and *A. kessleri* to TW-OW, for *S. solea*, and *U. scaber* to TL-OL, for *G. biscayensis* and *L. boscii* to TL-OWi, for *L. friesii* to TL-OW. The relatively lower determination coefficients were found for *G. biscayensis*, compared with others. These relationships provide vital information on species identification and size estimation of fish in predator-prey studies, we believe these results will be useful in future studies of stomach contents.

Keywords: Sagittal, bony structures, linear, length, benthic, beam trawl

Öz: Marmara Denizi'ndeki 7 balık türünde balık boyu-otolit boyu (TL-OL), balık boyu-otolit genişliği (TL-OWi), balık boyu-otolit ağırlığı (TL-OW) ve balık ağırlığı-otolit ağırlığı (TW-OW) ilişkileri hesaplanmıştır. Bu türlere ait (*Gaidropsarus biscayensis*, Uzun Gelincik; *Arnoglossus kessleri*, Pisi Balığı; *Solea solea*, Dil Balığı; *Uranoscopus scaber*, Tiryaki; *Lophius budegassa*, Fener Balığı; *Lepidorhombus boscii*, Kancağız Pisi ve *Lesueurigobius friesii*, Kaya Balığı) balık ölçümleri (boy ve ağırlık) ve otolit ölçümleri (boy, genişlik ve ağırlık) verilmiştir. Her bir morfolojik karakteristiğinin arasındaki ilişkilerin tespitinde Doğrusal regresyon analizi ($y = bx + a$) kullanılmış ve determinasyon katsayısı (r^2) hesaplanmıştır. En yüksek determinasyon katsayısı *L. budegassa* ve *A. kessleri* için TW-OW, *S. solea*, ve *U. scaber* için TL-OL, *G. biscayensis* ve *L. boscii* için TL-OWi, *L. friesii* için TL-OW ilişkilerinde hesaplanmıştır. Diğer türlerle karşılaştırıldığında, *G. biscayensis* için oldukça düşük determinasyon katsayıları bulunmuştur. Bu ilişkiler balıkların av-avcı ilişkileri çalışmalarında tür tayini ve av boyu tahmininde önemli bilgiler sunduğundan, gelecekte gerçekleştirilecek mide içeriği çalışmaları açısından katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: Sagittal, kemiksi yapılar, doğrusal, boy, dip, algarna

INTRODUCTION

Fish bony structures detected in various environments are important for many disciplines. Bony structures of fish had been used by archaeologists as it gives insight into the feeding habits of the ancient excavations (O'Connor, 2000). Even so the most widely use of bony structures common for marine biology researches. Between of them, otoliths are known as the most useful bony structures (Pierce and Boyle, 1991). Otolith-body length relationships allow an identification and size estimation of fish in predator-prey studies. In stomach content analyses, the shape and biometry of otolith can give important information about the type of prey consumed by predator.

Beside the size of the prey can also be estimate from otoliths through using otolith-body length relationships (Granadeiro and Silva, 2000). However, there may not be a close relationship between otolith biometry and body measurements for all species (Simkiss, 1974; Lombarte and Leonart, 1993). Therefore, for each fish species, these relationships should be calculated, otolith measurements should be specified and visual otolith atlas should be established. Since otolith shapes and sizes may vary according to regions, these studies should be performed separately for each region. Otolith atlas have been created, such as Campana (2004) approached in North

American waters, Tuset et al. (2008) for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic, Assis (2000, 2004), on Portuguese coastal, estuarine and freshwater species. In Turkish seas, single atlas was presented by Kasapoğlu and Düzgüneş (2015) for Black Sea. The otolith images of 31 species in Black Sea coasts were presented. Among the species included in our study, only *Uranoscopus scaber* took part in this study without any relationships deal with otolith biometry-body length. Previous studies in Turkey on otolith biometry-fish length had been realized mostly on fresh water species (Şen et al., 2001; Aydın et al., 2004; Bostancı, 2009; Başusta et al., 2013; Yılmaz et al., 2014; Bostancı et al., 2017). Şahin and Güneş (1998); Uçkun et al. (2006); Ceyhan and Akyol (2006); Bilge and Gülşahin (2014) and Bal et al. (2018) were studied otolith size-fish size relationships of marine fish species. The fish length and otolith length relationship of *Solea solea* was studied in İzmir Bay (Hoşsucu et al., 1999), *U. scaber* in Spain coasts (Jaramillo et al., 2014); in Black Sea (Sağlam et al., 2014), *Lophius budegassa* in Greek waters (Tsimenidis and Ondrias, 1980), *Lepidorhombus boscii* in Aegean Sea (Bostancı and Polat, 2008), *Lesueurigobius friesii* in Aegean Sea (İlkyaz et al., 2011).

The aim of this study is to determine the relationships between fish length-otolith length, fish length-otolith width, fish length-otolith weight and fish weight-otolith weight of 7 demersal fish species from the Marmara Sea, Turkey. To our knowledge the results of this study will constitute the first results in the literature for *Gaidropsarus biscayensis* and *Arnoglossus kessleri*. In addition our results presents the first data in the Marmara Sea for all discussed fish species in this study.

MATERIAL AND METHODS

Between September 2011 and July 2014, fish were caught in Marmara Sea, Turkey with beam trawl equipped with a codend mesh size of 32 mm. The tows were conducted at depths ranging from 50 to 150 m and tow duration was standardized to ½ hour for all stations (Figure 1).

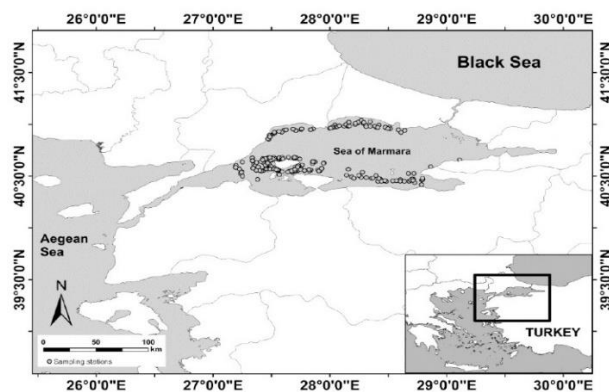


Figure 1. The trawl sampling stations from the Marmara Sea, Turkey

Behind the tows, individuals were preserved in a plastic case with ice, then delivered to the laboratory, immediately. The total length, total weight, otolith length, otolith width and otolith weight of *L. friesii* (n=213), *A. kessleri* (n=164), *G. biscayensis* (n=50), *S. solea* (n=25), *L. boscii* (n=17), *L. budegassa* (n=15) and *U. scaber* (n=13) were measured. Total length (TL) and weight measurements were conducted in the laboratory to the nearest 0.1 cm and 0.01g, respectively. The otoliths (sagittae) were removed and measured under stereoscopic microscope to the nearest 0.1 mm (TL). The weight of otoliths (OW) were measured with 0.0001 g digital analytical balance precision scale. Lengths of sagittae (OL) were recorded as the greatest distance measured from the anterior tip to the posterior edge, parallel to the sulcus. The width of sagitta (OWi) was determined by considering the greatest distance from the dorsal otolith edge to the ventral one, perpendicular to the sulcus (Harvey et al., 2000) (Figure 2).

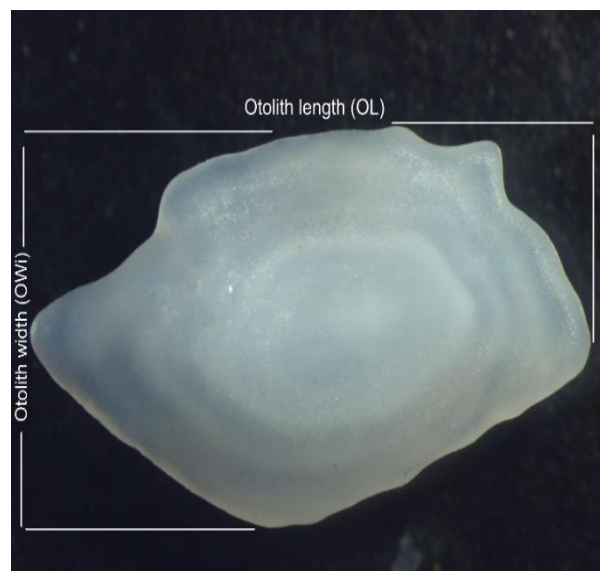


Figure 2. View of the otolith length and width measurements

The Student t-test (Zar, 1999) was used to compare between the length, width and weight of the right and left sagittal otoliths. No significant differences were detected for *L. friesii*, *G. biscayensis*, *L. budegassa* and *U. scaber*. So right otoliths were used in regression analyses. Due to metamorphosis, the otoliths of flat fish species (*A. kessleri*, *S. solea* and *L. boscii*) were showed significant differences and the blind ones were used in regression analyses.

Linear regression analysis ($y = bx + a$) was used to determine the relationship between each morphometric character (TL-OL; TL-OWi; TL-OW; TW-OW) and the coefficient of determination (r^2) were calculated. The F-test was used to determine the significance of the linear regressions.

RESULTS

The length and weight intervals of 7 demersal fish species and length, width and weight intervals of sagittal otoliths can be seen in Table 1. In this study, a total of 213, 164, 50, 25, 17, 15 and 13 individual of *L. friesii*, *A. kessleri*, *G. biscayensis*, *S. solea*, *L. boscii*, *L. budegassa* and *U. scaber* were analyzed, respectively. Highest otolith length, width and weight was observed for *U. scaber*. Although the individual sizes were small, the size of the otoliths were relatively large for *L. friesii*. It was determined that the otolith length and width of *L. friesii* individuals ranged between 2.447-4.235 and 1.934 and 3.433, respectively. The OL/TL ratio was calculated as 0.47, 0.41, 0.24, 0.24, 0.22, 0.22 and 0.19 for *L. friesii*, *U. scaber*, *L. boscii*, *G. biscayensis*, *A. budegassa*, *A. kessleri*, *L. budegassa* and *S. solea*, respectively.

The equations of relationship between each morphometric character (TL-OL; TL-OWi; TL-OW; TW-OW) were given in Table 2.

Also the equation curves of each species were shown in Figure 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9. We observed relatively lower determination coefficient values for small sized species (*L. friesii*, *G. biscayensis* and *A. kessleri*) compared with other higher sized ones. Both relationships of *L. budegassa* showed highest determination coefficient values. Between of them, the highest determination coefficient for *L. budegassa* was observed in TW-OW relationship. Also linear relationship between TL-OL was best fit for *S. solea* with 0.92 determination coefficient value. Relatively strong relationship between TL-OWi was detected for *S. solea*. The TL-OWi and TW-OW relationships were more meaningful for *L. boscii* with 0.85 and 0.84 determination coefficient values whereas TL-OWi and TL-OL relationships were for *U. scaber* with 0.86 and 0.81 determination coefficient values. The TW-OW and TL-OW relationships were stronger than others for *A. kessleri* and *L. friesii*, respectively. Although almost all relationships were weak, higher determination coefficient was seen in TL-OL for *G. biscayensis* (Table 2).

Table 1. The length, height and weight measurement of fish and otoliths

Species	Total Fish Length (TL)		Total Fish Weight (TW)		Otolith Length (OL)		Otolith Width (OWi)		Otolith Weight (OW)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<i>Lophius budegassa</i>	11.9	37.4	11.1	835.9	2.503	8.582	1.097	4.781	0.0010	0.0470
<i>Lepidorhombus boscii</i>	17.8	29.4	41.2	224	4.508	7.103	3.101	4.440	0.0167	0.0361
<i>Gaidropsarus biscayensis</i>	8.7	14.5	2.1	16.8	2.288	3.405	0.887	1.197	0.0007	0.0260
<i>Solea solea</i>	10.2	38	10.6	328.4	2.305	5.989	1.960	4.740	0.0038	0.0411
<i>Uranoscopus scaber</i>	9.2	20.6	13.3	176.8	3.305	9.298	1.898	5.064	0.0067	0.1172
<i>Arnoglossus kessleri</i>	6.8	11.6	2.3	17.7	1.607	3.516	1.150	2.261	0.0010	0.0104
<i>Lesueurigobius friesii</i>	4.9	9.3	1.2	5.1	2.447	4.235	1.934	3.433	0.0049	0.0268

Table 2. The relationships between fish length-otolith length, fish length-otolith height, fish length-otolith weight and fish weight-otolith weight of seven species in Marmara Sea

	n	TL-OL	r ²	TL-OWi	r ²	TL-OW	r ²	TW-OW	r ²
<i>Lophius budegassa</i>	15	TL = 4.5444OL - 0.2643	0.9357	TL = 7.0859OH + 1.986	0.8974	TL = 583.08OW + 11.79	0.934	TW = 21801OW - 272.22	0.9545
<i>Lepidorhombus boscii</i>	17	TL = 4.381OL - 1.7926	0.7754	TL = 8.3795OH - 8.1019	0.8482	TL = 516.82OW + 11.206	0.7719	TW = 7806.4OW - 70.764	0.839
<i>Gaidropsarus biscayensis</i>	50	TL = 4.0897OL + 0.4166	0.6606	TL = 11.931OH - 0.6848	0.5323	TL = 2261.5OW + 8.3393	0.5533	TW = 4196.9OW + 2.1756	0.3076
<i>Solea solea</i>	25	TL = 6.8386OL - 5.2418	0.9149	TL = 8.7389OH - 5.4864	0.8549	TL = 503.39OW + 13.454	0.7479	TW = 6632OW - 9.5373	0.7148
<i>Uranoscopus scaber</i>	13	TL = 0.466OL - 0.4788	0.8175	TL = 0.253OH - 0.3267	0.8601	TL = 85.936OW + 11.206	0.7476	TW = 1362OW + 10.259	0.786
<i>Arnoglossus kessleri</i>	164	TL = 4.032OL + 1.0205	0.7386	TL = 6.8394OH - 0.3356	0.6537	TL = 973.25OW + 6.9362	0.6911	TW = 3633.7OW - 2.7461	0.7486
<i>Lesueurigobius friesii</i>	213	TL = 2.1817OL - 0.1263	0.7016	TL = 2.5006OH + 0.3903	0.5288	TL = 161.13OW + 4.9885	0.7196	TW = 141.94OW + 1.0818	0.6173

Arnoglossus kessleri

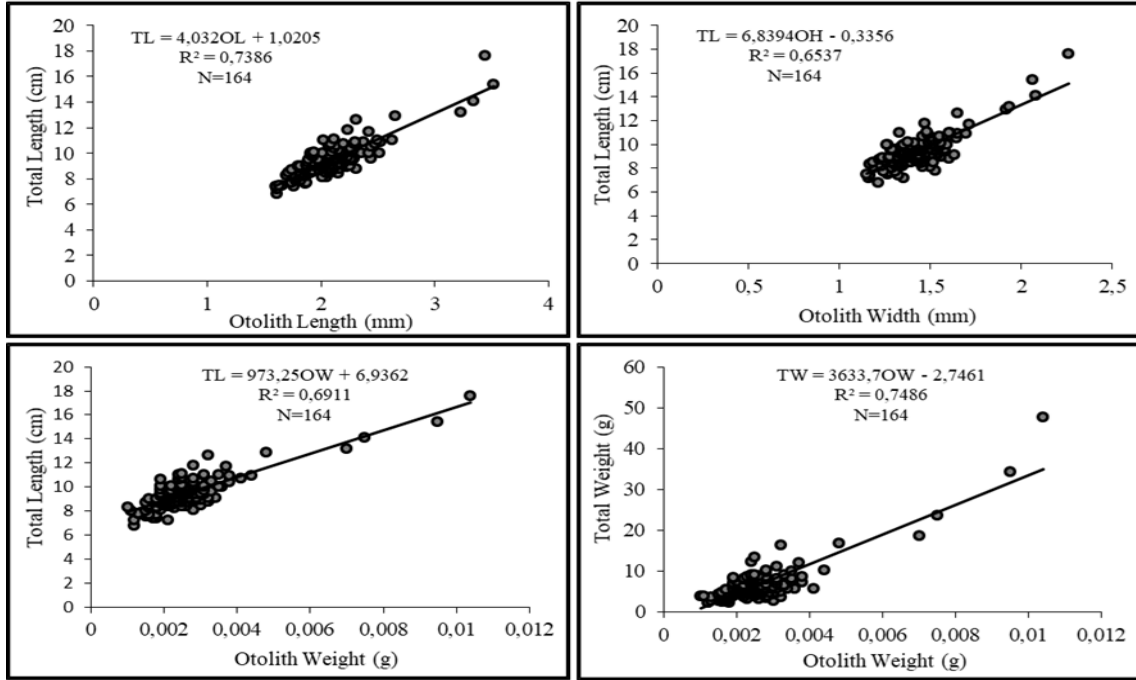


Figure 3. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Arnoglossus kessleri* from the Marmara Sea, Turkey

Gaidropsarus biscayensis

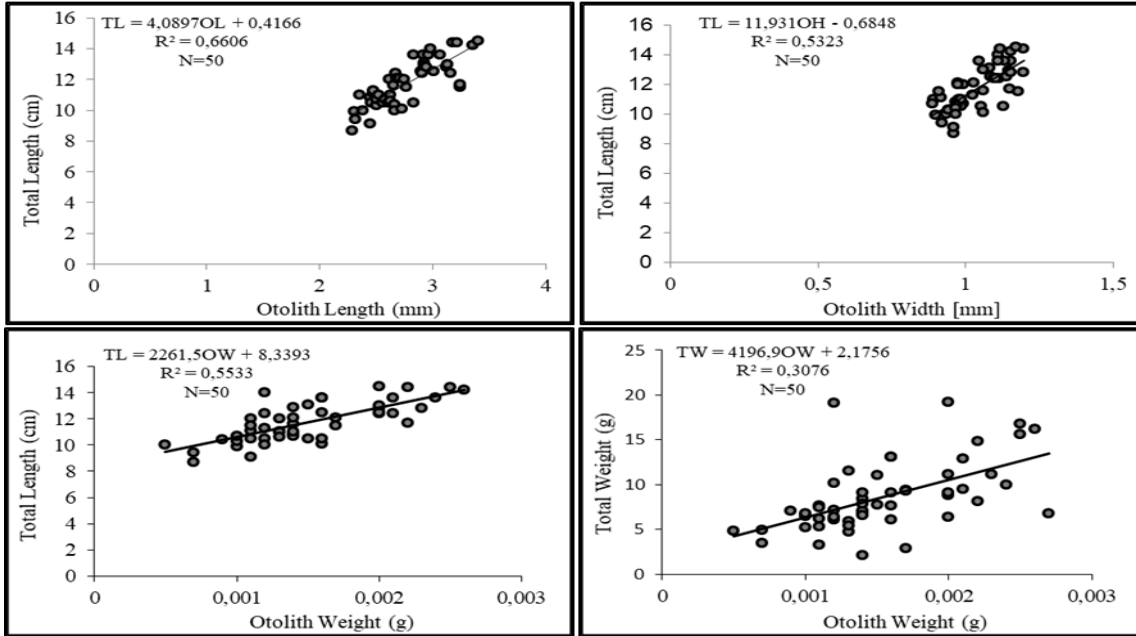


Figure 4. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Gaidropsarus biscayensis* from the Marmara Sea, Turkey

Lophius budegassa

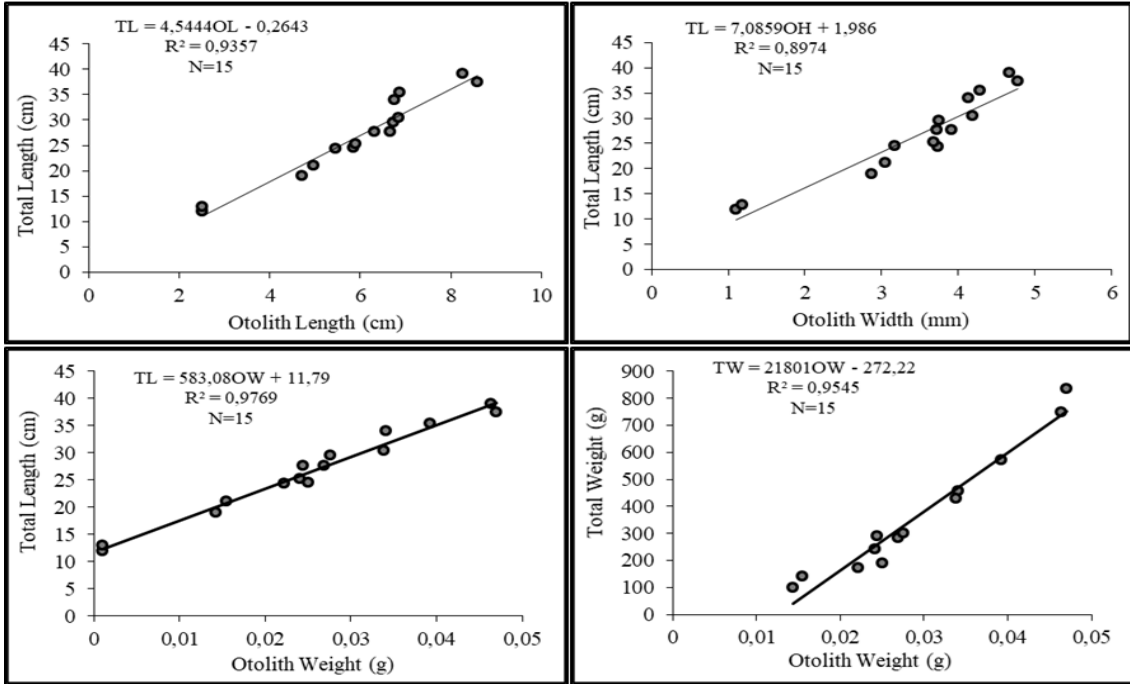


Figure 5. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Lophius budegassa* from the Marmara Sea, Turkey

Lepidorhombus boscii

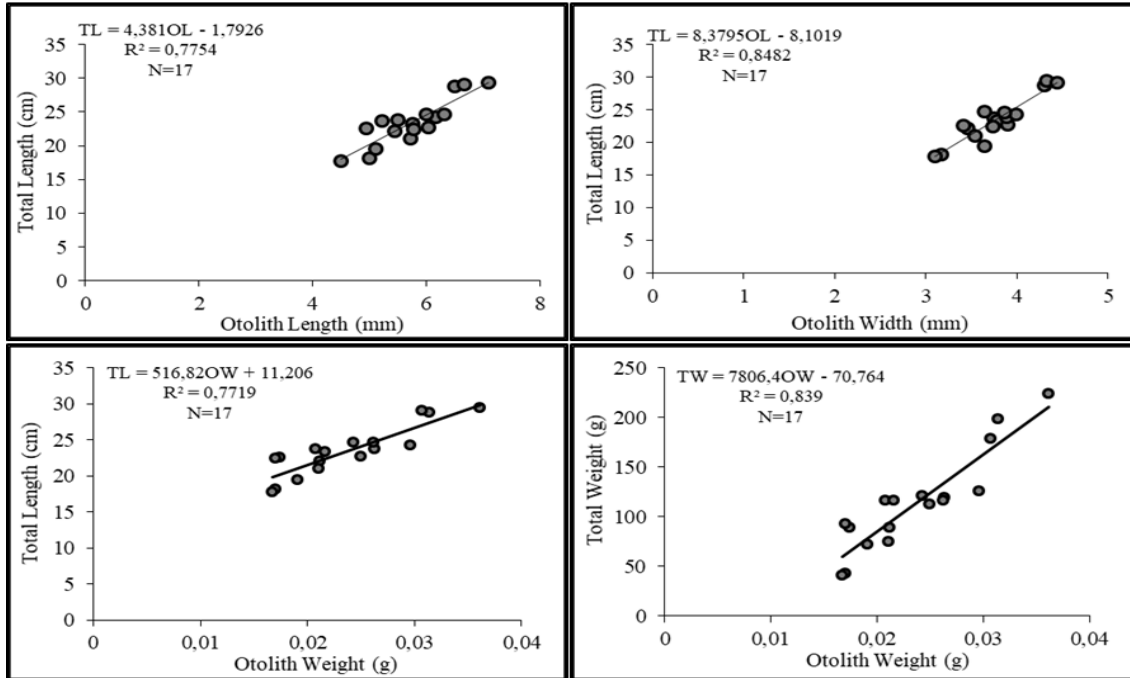


Figure 6. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Lepidorhombus boscii* from the Marmara Sea, Turkey

Lesueurigobius friesii

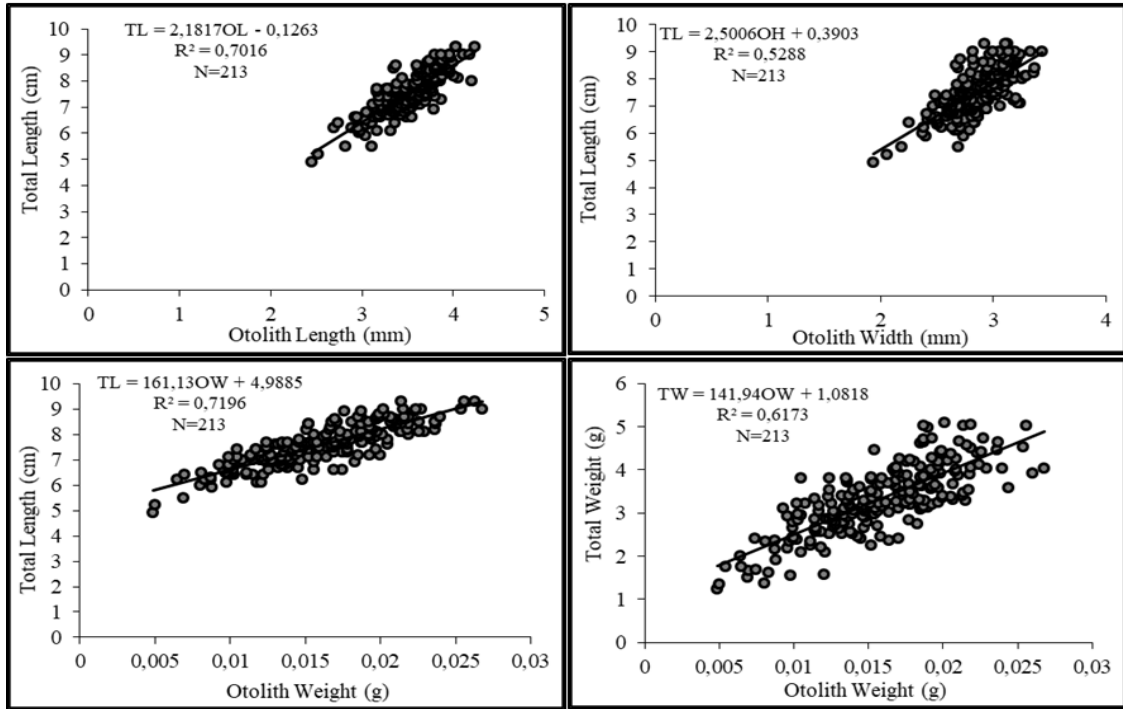


Figure 7. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Lesueurigobius friesii* from the Marmara Sea, Turkey

Solea solea

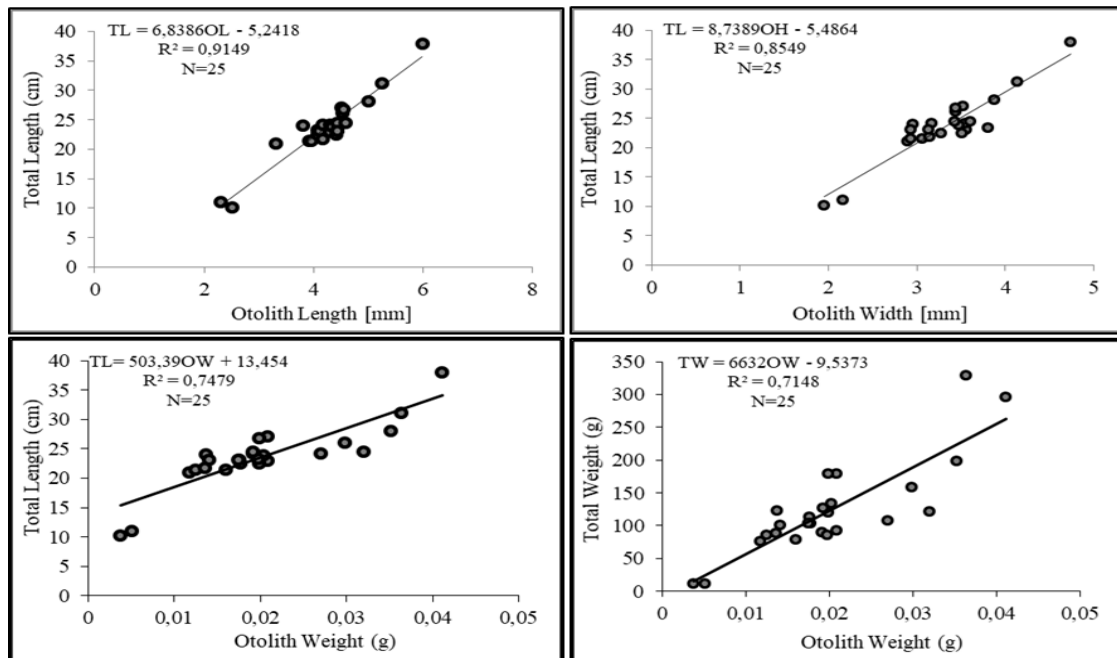


Figure 8. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Solea solea* from the Marmara Sea, Turkey

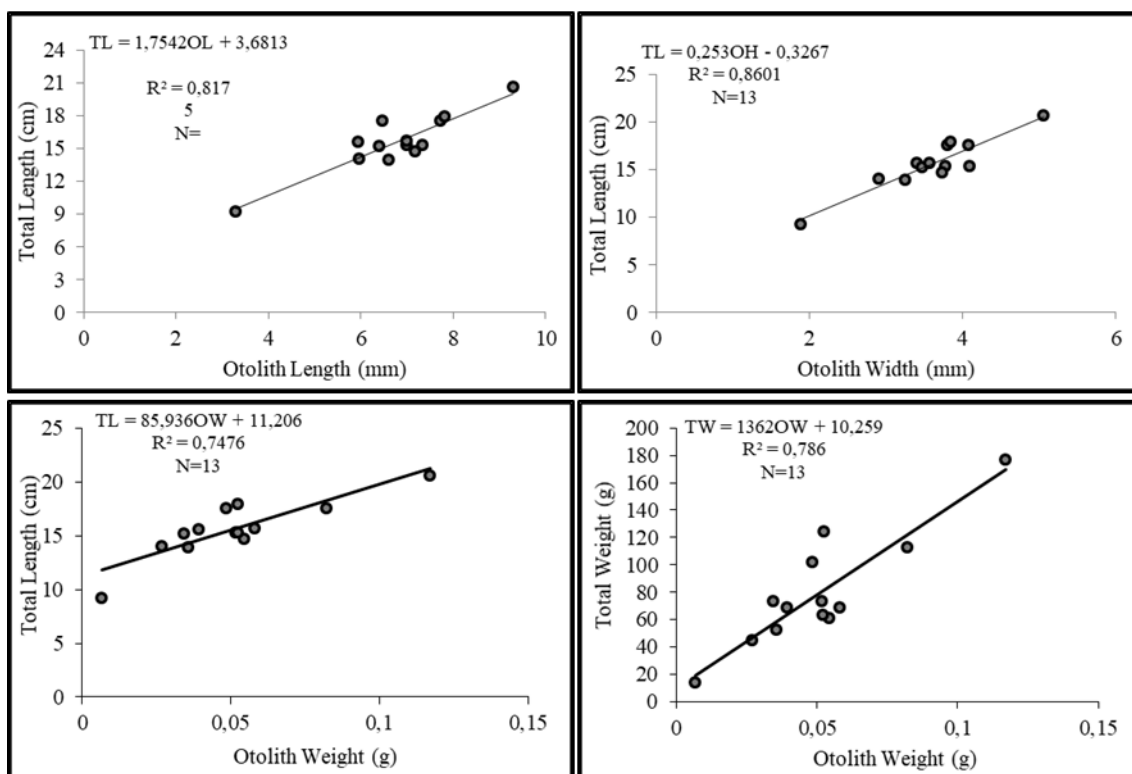
Uranoscopus scaber

Figure 9. The relationships between TL-OL, TL-OWi, TL-OW and TW-OW of *Uranoscopus scaber* from the Marmara Sea, Turkey

DISCUSSION

The species that analyzed in this study represented important components of demersal food competition of the Marmara Sea, Turkey. These species were chosen because of the possibility of being prey because of its relatively small size compared to others. Beside limited number of studies were conducted deal with the fish size-otolith size relationships.

Hoşsucu et al. (1999) were found linear relationship for *S. solea* in İzmir Bay between fish length and otolith length. Bostancı and Polat (2008) were determined linear relationships between TL-OL, TL-OWi and TL-OW from *L. boscii* individuals that the length interval varied between 15.5 and 22.7. The relationships from this study were in agreement with our findings. The calculated lower a and b values in that study via our results may arised from limited length interval. Cengiz et al. (2013) were studied the growth parameters of *L. boscii* in Saros Bay, north Aegean Sea from the individuals varied from 10.9 to 40.8 cm TL. According to authors, the L_{∞} values were estimated for females and males as 49.8 and 39.1 cm TL, respectively. During three year sampling, we could not sampled any *L. boscii* individual greater than 29.4 cm TL. This may be stemmed from the lower fishing effort on demersal species in Saros Bay due to restricted area for trawling. Similar linear relationships were reported by İlkyaz et al. (2011) for *L.*

friesii in İzmir Bay, Aegean Sea but the main difference is that the maximum length and weight of the otolith measurements. The reason for the difference may be attributed to greater individual sizes. Our results coincide with the findings of Sağlam et al. (2014) in Black Sea for *U. scaber* fish length-otolith length and fish length-otolith width linear relationships with high determination coefficient. In that study the authors were calculated TW-OW relationship as power equation. Unlike we found greater determination coefficient for TW-OW linear relationship rather than power equation. According to age-mean length and age-mean otolith weight keys of Sağlam et al. (2014), the back-calculated age interval of the *U. scaber* in Marmara Sea estimated between 0 and 3 with a great majority of 1 and 2 ages. The relatively same equation and determination coefficient was calculated for *U. scaber* with the study conducted by Jaramillo et al. (2014) in Spain coasts. Tsimenidis and Ondrias (1980) were determined also linear relationship with total length and otolith radius for *L. budegassa* in Greek waters as our TL-OL relationship.

The results of the small sized species were highly important due to they constitutes great amount of prey of carnivor species. In this respect, *L. friesii*, *G. biscayensis* and *A. kessleri*, which has high biomass with deep water rose shrimp, *Parapenaeus longirostris*, comprising the most

important food source of other carnivor species in Marmara Sea.

Due to the fish length-otolith length studies provide vital information on species identification and size estimation of fish in predator-prey studies, we believe these results will be useful in future studies of stomach contents.

REFERENCES

- Assis, C.A. (2000). Estudo morfológico dos otólitos sagitta, ssteriscus e lapillus de Teleosteos (Actinopterygii, Teleostei) de Portugal continental. PhD thesis, Sua aplicação em estudos de filogenia, sistemática e ecologia, University of Lisbon.
- Assis, C.A. (2004). Guia para a identificação de algumas famílias de peixes ósseos de Portugal continental, através da morfologia dos seus otólitos sagitta. Câmara Municipal de Cascais, Cascais.
- Aydın, R., Calta, M., Sen, D. & Coban, M.Z. (2004). Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(9), 1550-1553. DOI: [10.3923/pjbs.2004.1550.1553](https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1550.1553)
- Bal, H., Yanık, T. & Türker, D. (2018). Relationships between total length and otolith size of bluefish *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) in the Marmara Sea of Turkey. *Natural and Engineering Sciences* 3(1): 38-44. DOI: [10.28978/nesciences.379319](https://doi.org/10.28978/nesciences.379319)
- Başusta, A., Bal, H. & Aslan, E. (2013). Otolith Biometry - Total Length Relationships in the Population of Hazar Bleak, *Alburnus heckeli* (Battalgil, 1943) Inhabiting Lake Hazar, Elazığ, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45(4), 1180-1182.
- Bilge, G. & Gülşahin, A. (2014). Relationship between sagittal otolith size and fish size in *Argentina sphyraena* and *Glossanodon leioglossus* (Osteichthyes: Argentinidae) in the southern Aegean Sea, Turkey. *Zoology in the Middle East* 60 (1): 24-28. DOI: [10.1080/09397140.2014.892327](https://doi.org/10.1080/09397140.2014.892327)
- Bostancı, D. (2009). Otolith Biometry-Body Length Relationships in Four Fish Species (Chub, Pikeperch, Crucian carp, and Common Carp), *Journal of Freshwater Ecology*, 24(4), 619-624. DOI: [10.1080/02705060.2009.9664339](https://doi.org/10.1080/02705060.2009.9664339)
- Bostancı, D. & Polat, N. (2008). Otolith structure, otolith dimensions-fish length relationships and age determination of fourspotted megrim *Lepidorhombus boscii*, (Risso, 1810). *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3), 375-381. DOI: [10.3153/jfscm.mug.200726](https://doi.org/10.3153/jfscm.mug.200726)
- Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G. & Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1), 11-16. DOI: [10.12714/egejfas.2017.34.1.02](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.1.02)
- Campana, S.E. (2004). Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic ocean. Canadian Special Publication *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 133, 1-284. DOI: [10.1139/9780660191089](https://doi.org/10.1139/9780660191089)
- Cengiz, Ö., Özekinci, U., İşmen, A. & Öztekin, A. (2013). Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Mediterranean Marine Sciences*, 14(1), 36-44. DOI: [10.12681/mms.328](https://doi.org/10.12681/mms.328)
- Ceyhan, T. & Akyol, O. (2006). Age distribution and relationship between fork length and otolith length of bluefish (*Pomatomus saltatrix* L., 1766) in the Sea of Marmara. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (Suppl. 1/3): 369-372.
- Granadeiro, J.P. & Silva, M.A. (2000). The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator-prey studies. *Cybitum*, 24, 383-393.
- Harvey, J.T., Loughlin, T.R., Perez, M.A. & Oxman, D.S. (2000). Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern north Pacific Ocean. NOAA Technical Reports NMFS, 150, pp. 35.
- Hoşsucu, B., Kaya, M. & Taşkavak, E. (1999). An Investigation of Growth Parameters and Otolith-Total Length Relationship of *Solea Solea* (L., 1758) (Pisces: Soleidae) in Izmir Bay. *Israel Journal of Zoology*, 45(2), 277-287.
- İlkyaz, A.T., Metin, G. & Kinacıgil, H.T. (2011). The use of otolith length and weight measurements in age estimations of three Gobiidae species (*Deltentosteus quadrimaculatus*, *Gobius niger*, and *Lesueurigobius friesii*). *Turkish Journal of Zoology*, 35, 819-827.
- Jaramillo, A.M., Tombari, A.D., Dura, V.B., Rodrigo, M.E. & Volpedo, A.V. (2014). Otolith Eco-Morphological Patterns of Benthic Fishes from the Coast of Valencia (Spain)., 30(1), 57-66.
- Kasapoğlu, N. & Düzgüneş, E. (2015). Otolith Atlas for the Black Sea. *Journal of Environmental Protection Thalassas and Ecology (Marine ecology)*, 16 (1), 133-144.
- Lombarte, A. & Leonart, J. (1993). Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. *Environmental Biology of Fishes*, 37: 297-306. DOI: [10.1007/BF00004637](https://doi.org/10.1007/BF00004637)
- O'Connor, T.P. (2000). *The Archaeology of Animal Bones*. Stroud: Sutton.
- Pierce, G.J. & Boyle, P.R. (1991). A review of methods for diet analysis in piscivorous marine mammals. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review*, (London), 29, 409-486.
- Sağlam, N.E., Sağlam, C. & Sağlam, Y.D. (2014). The Relationship Fish Size and Otolith Dimensions of Stargazer (*Uranoscopus scaber*) in the South-eastern Black Sea. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(05), 1041-1045. DOI: [10.1017/S0025315414000381](https://doi.org/10.1017/S0025315414000381)
- Şahin, T. & Güneş, E. (1998). Relationship between otolith and total lengths of flounder (*Pleuronectes flesus luscus* Palas, 1811) collected in eastern Black Sea Coast of Turkey, *Turkish Journal of Marine Sciences*, 4: 117-123.
- Şen, D., Aydın, R. & Calta, M. (2001). Relationships Between Fish Length and Otolith Length in the Population of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) Inhabiting Hazar Lake, Elazığ, Turkey. *Archives of Polish Fisheries*, 9(2), 267-272.
- Simkiss, K. 1974. Calcium metabolism of fish in relation to age- ing. pp.1-12. In: T.B. Bagenal (ed.) *Ageing of Fish*, Unwin Brothers, Old Woking.
- Tsimenidis, N.Ch. & Ondrias, J.Ch. (1980). Growth studies on the angler-fishes *L. piscatorius* and *L. budegassa* in Greek waters. *Thalassographica*, 2(3), 63-94.
- Tuset, V.M., Lombarte, A. & Assis, C.A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1): 7-198. DOI: [10.3989/scimar.2008.72s17](https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17)
- Uçkun, D., Taşkavak, E. & Toğulga, M. (2006). A preliminary study on otolith-total length relationship of the common hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) in izmir Bay, Aegean Sea. *Pakistan Journal of Zoology*, 9(9): 1720-1725. DOI: [10.3923/pjbs.2006.1720.1725](https://doi.org/10.3923/pjbs.2006.1720.1725)
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Saygın, S.A. & Polat, N. (2014). Relationships of Otolith Dimensions with Body Length of European Perch, *Perca fluviatilis* L., 1758 From Lake Ladik, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(5), 1231-1238.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, N.J., USA.

ACKNOWLEDGMENT

This project supported by General Directorate of Agricultural Research and Policy of Turkey with the project number TAGEM/HAYSUD/2011/09/02/04. The authors would like to thank the researchers, Şükriye Ana vessel captain and crew.

Biological traits and population dynamic of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Marmara Sea, Turkey

Marmara Denizi'nde *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846)'in biyolojik özellikleri ve populasyon dinamiği

Mukadder Arslan İhsanoğlu^{1*} • Ali İşmen²

¹Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fisheries and Processing Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100, Çanakkale, Turkey

<https://orcid.org/0000-0003-0072-5848>

²Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fisheries and Processing Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17100, Çanakkale, Turkey

<https://orcid.org/0000-0003-2456-0232>

Corresponding author: mukadderarslan@gmail.com

Received date: 21.01.2020

Accepted date: 17.03.2020

How to cite this paper:

Arslan İhsanoğlu, M. & İşmen, A. (2020). Biological traits and population dynamic of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Marmara Sea, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 275-283. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.10](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.10)

Abstract: *Parapenaeus longirostris* is a valuable resource for the crustacean fisheries in the Marmara Sea, therefore, in this study length-weight relationships, growth, mortality, reproduction, recruitment patterns, the probabilities of capture and per recruit analyses were determined. Total 36288 samples were collected by beam trawl between September 2011 and July 2014 in 229 sampling stations. The total length (TL), body weight (g) and carapace length (CL) values ranged between 34 -175 mm, 0.2 - 28.9 g and 8 - 41 mm, respectively. CL-weight relationship equations were calculated for females, males and combined sexes, respectively, $W=0.0023 \times CL^{2.5}$, $W=0.0029 \times CL^{2.43}$, $W=0.0022 \times CL^{2.52}$. The growth parameters were determined as $L_{\infty}=199.5$ mm, $k=0.47$, $t_0=-0.5$ in TL, $L_{\infty}=36.8$ mm, $k=0.37$, $t_0=-0.69$ in CL. L_{25} , L_{50} , and L_{75} values were found to be 15.15 mm, 16.29 mm, 17.44 mm for males and 16.62 mm, 18.07 mm, 19.52 mm for females. The sexual maturity length for females was found 27.3 mm CL and the exploitation rate was found at 0.62 for the whole population.

Keywords: *Parapenaeus longirostris*, length-weight relationship, growth, reproduction, stock assessment, Sea of Marmara

Öz: *Parapenaeus longirostris*, Marmara Denizi'ndeki kabuklu balıkçılık için değerli bir kaynaktır, bu nedenle bu çalışmada uzunluk-ağırlık ilişkileri, büyüme, ölüm, üreme, stoğa katılım modelleri, yakalanma olasılıkları ve stoğa katılım analizleri belirlenmiştir. 229 örnekleme istasyonunda Eylül 2011 ile Temmuz 2014 arasında algama ile toplam 36288 adet birey toplanmıştır. Toplam uzunluk (TL), vücut ağırlığı (g) ve karapaks uzunluğu (CL) değerleri sırasıyla 34-175 mm, 0,2 - 28,9 g ve 8 - 41 mm arasında değişmiştir. Karapaks boyu-ağırlık ilişkisi denklemleri sırasıyla dişi, erkek ve tüm cinsiyetler için hesaplanmıştır, $W=0.0023 \times CL^{2.5}$, $W=0.0029 \times CL^{2.43}$, $W=0.0022 \times CL^{2.52}$. Büyüme parametreleri toplam boyda $L_{\infty} = 199,5$ mm, $k = 0,47$, $t_0 = -0,5$, karapaks boyunda $L_{\infty} = 36,8$ mm, $k = 0,37$, $t_0 = -0,69$ olarak belirlenmiştir. L_{25} , L_{50} ve L_{75} değerleri erkekler için 15,15 mm, 16,29 mm, 17,44 mm ve dişiler için 16,62 mm, 18,07 mm, 19,52 mm olarak bulundu. Dişiler için ilk eşysel olgunluk boyu 27,3 mm CL ve tüm populasyon için sömürülme oranı 0,62 olarak bulundu.

Anahtar kelimeler: *Parapenaeus longirostris*, boy-ağırlık ilişkisi, büyüme, üreme, stok değerlendirmesi, Marmara Denizi

INTRODUCTION

The crustacean fishery has become an important resource for world-wide sea-food markets where crustaceans with claws, spiny lobsters, crabs and penaeid shrimps present high demand. The Deep water rose shrimp *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) has commercial importance in the Mediterranean area especially in Spain, France, Italy, Greece and Tunisia. (Levi et al., 1995; Abello et al., 2002; Deval et al., 2006). The Deep water rose shrimp presents high potential of capture in the marine coasts of Turkey (Zengin et al., 2004; Bayhan et al., 2005; Manaşırılı, 2008) and the 58 % percent of total crustacean production came from the Marmara Sea (TUIK, 2019). However, in recent years the deep water rose shrimp abundance followed a fluctuating. The amount of production is showing a varying trend in the capture volume since 2007 with 2761 t until 2013 with 1620 t, in 2014 2500 t

were captured, after that, decreased to 1764 t and increased again in 2018 with 3212 t (TUIK, 2019). Due to the high commercial value of the shrimps, the actual populations are being caught intensively. Nonetheless, the intensity of catching is decreasing rapidly in the Turkish seas as well as in the whole world. Therefore, the sustainability of shrimp stocks needs to be ensured. In this context, it is required to know the biological parameters of *P. longirostris* to start to clarify the causes in the fluctuation of available populations.

In this study, the Marmara Sea was selected as a principal area of analysis; there were chosen 229 sampling points to record detailed information about length-weight relationship, sex ratio, reproduction period, gonadosomatic index, condition factor, first maturity length, mean length of ages, growth parameters, mortality rates, probability of capture, recruitment pattern, relative R/Y and B/R analysis of *P. longirostris*. In the

Marmara Sea there are only a few studies dealing with distribution and biological aspects about *P. longirostris* with few sampling points (Baran and Öztürk, 1990; Zengin et al., 2004; Yazıcı, 2004; Bayhan et al., 2005; Erten, 2009).

On the other hand, in the Mediterranean region several studies have been conducted to study the length-weight relationship (Levi et al., 1995; Garcia-Rodriguez et al., 2009), the reproduction system (Spedicato et al., 1996; Guijarro and Massuti, 2006; Mori et al., 2000; Ben Meriem et al., 2001), the age and growth parameters (Ardizzone et al., 1990; Abello et al., 2002; Ragonese et al., 2002; Kapisir et al., 2013; Garcia-Rodriguez et al., 2009; Guijarro et al., 2009) in *P. longirostris*. Therefore, in this study we also compare the biological structure of *P. longirostris* on the Mediterranean coasts with the Marmara Sea (length distribution, age, growth parameters and reproduction time) to reveal the stock structure.

To our knowledge there are not previous records about the recruitment pattern, probability of capture, yield-per-recruit (Y/R) and biomass-per-recruit (B/R) analysis of *P. longirostris* in the Sea of Marmara. Therefore, our study becomes in the first detailed work about the length-weight relationship, age, growth and reproduction of *P. longirostris* in the Marmara Sea.

MATERIAL AND METHODS

Sampling and data collection

The sampling collection was done in the Marmara Sea, Turkey. Monthly samples of *P. longirostris* were collected in 229 stations from September 2011 to July 2014 (Figure 1). Specimens were caught using a beam trawl with a cod-end mesh size of 32 mm, between 50 and 200 m depth. In total, 36288 specimens were measured. The carapace length (CL) was recorded with caliper to the nearest 1 mm taken from the posterior part of the left orbit to the center of the posterior edge of the carapace; total length (TL) was measured with a ruler to the nearest 1 cm from the tip or the rostrum to the end of the telson; body weight (g) was recorded using a digital balance to the nearest 0.01 g.

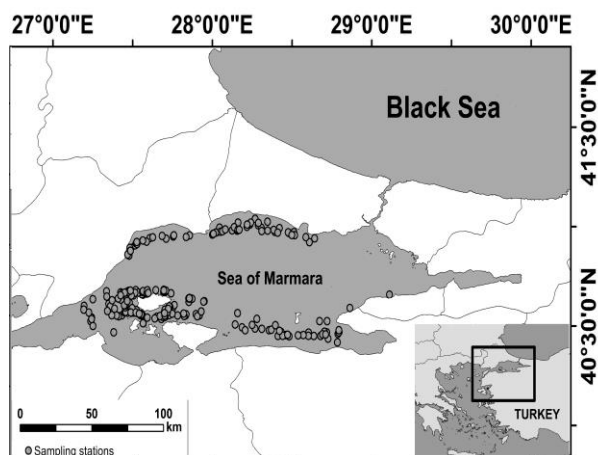


Figure 1. Sampling stations in the Sea of Marmara

Calculation of biological parameters

Length-weight relationships were calculated considering the allometric equation: $W=a \times L^b$, where L is the total length, W is the total weight and a and b are the equation parameters (Sparre et al., 1989). The growth type was defined by using Student's t-test by the equation according to Sokal and Rohlf (1987). Differences between sexes were analyzed with ANCOVA using SPSS16 package program.

The sex-ratio was calculated and compared to the 1:1 proportion using the chi-square (χ^2) goodness fit test. Maturity stages were determined using the sexual classification scale of ICES (2009). Five stages were observed. Stage I: immature, stage II: maturing, stage III: mature, stage IV: spawning and stage V: post-spawning. The spawning period was determined through monthly observations of the macroscopic development stages, the condition factor and the gonadosomatic index (GSI). The GSI was calculated as follow: $GSI = \text{Gonad weight} / \text{Bodyweight} \times 100$. The condition factor (KF) was calculated in base of Htun-Han (1978)'s formula:

$$KF = (TW - GW) / CL^3 \times 100$$

TW=total weight(g), GW=gonad weight(g), CL=Carapace length(mm)

The length at which 50% of specimens were sexually mature (L_{50}) or length at first maturity was estimated for reproductively active specimens (Stages 3-5) per mm size-class, by fitting a logistic function using the Newton algorithm (Microsoft Excel solver routine) which is defined as: $P(1) = 1 / (1 + e^{-(a+b1)})$ where P(1) was the proportion of mature specimens at length 1, and a and b the parameters of the logistic equation (Piñeiro and Sainza, 2003).

Von Bertalanffy growth parameters were calculated $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$, where the L_t is the size at age t, L_{∞} is the maximum theoretical size, k is the growth factor, t_0 is the age at which the size is 0. Growth parameters (L_{∞} and k), and age analyses were performed on the monthly length distributions for the period 2011-2014 and each sex separately by using the ELEFAN I routine, Bhattacharyya's method (Bhattacharyya, 1967) using the FISAT II automatic calculation program (Gayanilo et al., 2002), t_0 was computed by the equation of Pauly (1984): $\text{Log}(-t_0) = (-0,3932) - 0,2752 \times \text{log} L_{\infty} - 1,038 \times \text{log} k$.

For the sake of comparison, the index of overall growth performance Φ , proposed by Pauly & Munro (1984), was calculated as $\Phi = \text{log} K + 2 \text{log} L_{\infty}$. The natural mortality (N) was obtained using Pauly's empirical formula (Pauly, 1984):

$$\text{Ln}M = -0.0152 - 0.279 \times \text{ln} L_{\infty} + 0.6543 \times \text{ln} K + 0.463 \times \text{ln} T$$

The total mortality (Z) was found using the length converted catch equation (Pauly, 1984). The fishing mortality (F) was calculated by the subtraction of the estimates of M from Z.

$F=Z-M$. The exploitation rate was calculated as follows: $E=F/Z$

Recruitment patterns were found from the estimated growth parameters by reflecting the length-frequency data in ELEFAN I. The probabilities of capture (LC_{50}) was estimated from the gear selection curve generated from the length converted catch curve. The relative yield per recruit (Y/R) and relative biomass per recruit (B/R) were computed from the ogive selection using the procedure in the FISAT II program (Gayanilo et al., 2002).

RESULTS

Length-weight relationships (LWRs)

The CL for females ranged from 7 to 41 mm (n=15904) and for males ranged from 9 to 35 mm (n=20384). The mean CL was 24.07 mm (± 4.34) for females, 20.66 mm (± 2.66) for males and 22.58 mm (± 4.07) for the combined sexes (Figure 2).

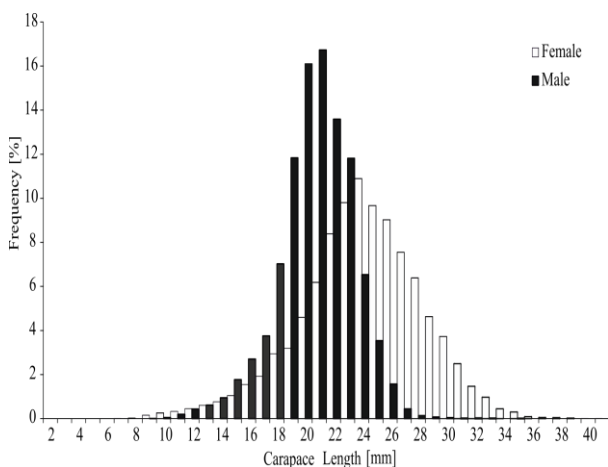


Figure 2. Length frequency distribution of *P. longirostris* in the Sea of Marmara

The CL and weight values were determined yearly and seasonally, the values did not present statistical differences between seasons and years ($p > 0.05$). CL-weight relationships were separately estimated for females, males and combined. The length-weight relationship equation for female, male and sexes combined was calculated as $W=0.0023*CL^{2.5}$, $W=0.0029*CL^{2.43}$, $W=0.0022*CL^{2.52}$, respectively. The results for the CL-weight relationships according to the sex indicates a negative allometric growth ($b < 3$; t-test, $P < 0.05$). And there was a statistically significant difference among the estimated parameters between the two sexes ($p < 0.05$, ANCOVA).

Reproduction

The sex ratio proportion was found 1:1.3 (M: F). The females represented the 55.8 % and the males the 44.2 % of the analyzed population. The sex ratio proportion did not present statistical differences from 1:1 proportion ($p > 0.05$, χ^2).

The monthly changes in the condition factor (KF) and GSI values for females are indicated in Figure 3. The KF values were low for summer and autumn, but were high in the spring. The observed changes in the GSI diagram showed that GSI values varied in opposite trend respect to KF values.

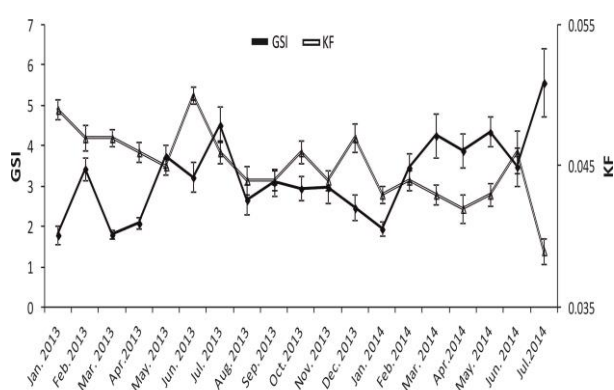


Figure 3. Monthly changes in GSI and KF values

The maturity process was classified in five stages. Each analyzed month presented the III and IV stages (which include mature individuals); on the other hand, during summer and autumn III, IV and V were the most frequent observed stages (Figure 4). The three years of monthly analyses indicates that changes in maturity stages, KF and GSI showed that reproduction of *P. longirostris* continued throughout the year with a peak of maturity during summer in the Marmara Sea. The size in which individuals reach 50 % maturity was determined at 27.3 mm CL (Figure 5).

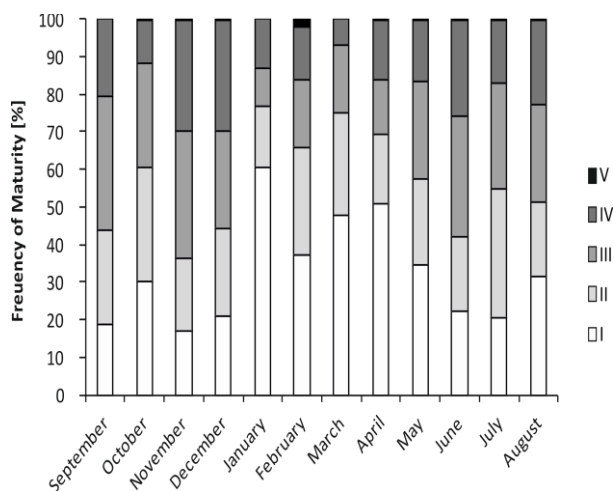


Figure 4. Monthly changes in reproductive stages of *P. longirostris*

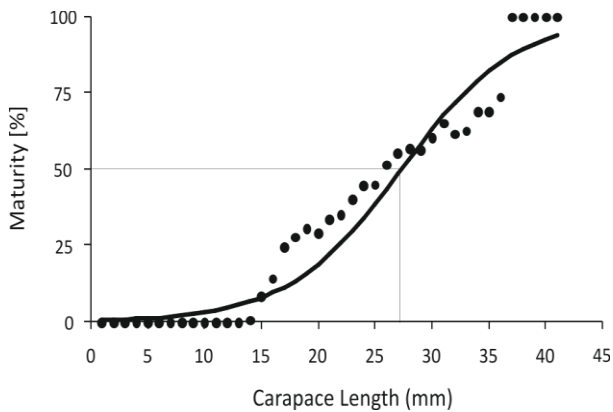


Figure 5. The first maturity length of *P. longirostris* (CL)

Growth

The growth parameters were determined as $L_{\infty}=41$ mm, $K=0.27$ year⁻¹, $t_0=-0.78$ year in females, $L_{\infty}=36.8$ mm, $K=0.37$ year⁻¹, $t_0=-0.69$ year in males and $L_{\infty}=42$ mm, $K=0.35$ year⁻¹, $t_0=-0.69$ year for the combined sexes. The mean lengths were calculated for every age group. The maximum age was calculated as 4 for females and 3 for males (Table 1).

Mortality rates

The mortality rates were calculated separately for females, males, and total population. According to the calculated results of M, Z, F and Ec the values were 0.52, 1.09, 0.57, 0.52 in females; 0.66, 2.22, 1.56, 0.70 in males and 0.61, 1.60, 0.99, 0.62 in the total population, respectively.

Table 1. Age-carapace length key for female, male and combined sexes of *P. longirostris*

Ages	Calculated Mean Length		
	Female	Male	Total
1	17.6±0.7	16.5±2.4	13.9±3.4
2	26.2±0.7	21.2±1.1	21.1±2.9
3	33.0±0.6	25.6±2.5	26.7±2.7
4	38.7	-	33.9

Probability of capture

The probability of capture values L_{25} , L_{50} , and L_{75} were found to be 16.62 mm, 18.07 mm, 19.52 mm for females and 15.15 mm, 16.29 mm, 17.44 mm for males, respectively (Figure 6).

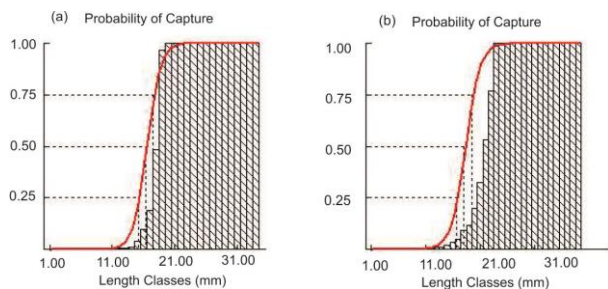


Figure 6. Probabilities of capture for males and females of *P. longirostris*

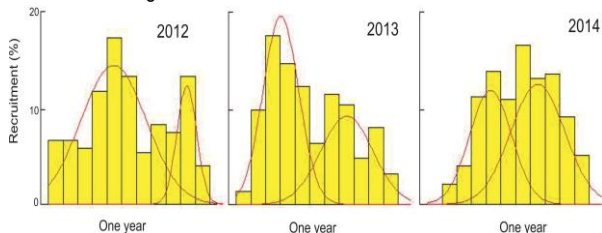


Figure 7. Recruitment patterns according to years

Recruitment pattern and Exploitation parameters

The recruitment patterns showed two annual pulses of recruitment during the three years of analysis. The recruitment peaks seem to occur in February and June in 2012, October and March in 2013, December and March in 2014 (Figure 7).

The relative Y/R and B/R analysis of the *P. longirostris* were estimated using the selection ogive procedure of FISAT II software (Figure 8). The required parameters that LC_{50}/L_{∞} and M/K ratios of 0.49 and 1.78 for males and 0.53 and 1.93 for females were used as the input parameters for the analysis. LC_{50}/L_{∞} of less than 0.5 indicates that small-sized shrimps are dominated for males, as distinct from females LC_{50}/L_{∞} equal to 0.5. The analysis indicated the exploitation rates E_{max} , E_{50} and E_{10} as 0.74, 0.36, 0.60 for males and 0.75, 0.37, 0.62 for females, respectively. The Y/R and B/R were found to be 0.02, 0.35 for females and 0.03, 0.34 for males.

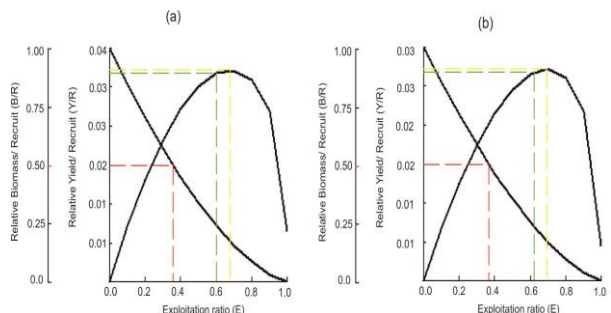


Figure 8. Relative Y/R and B/R using selection Ogive for male (a) and female (b)

DISCUSSION

Length-weight relationships (LWRs)

The carapace length-weight relationship equations of *P. longirostris* were calculated for females, males and combined sexes respectively. The results pointed to negative allometry.

These results were similar to the other studies in the Marmara Sea, (Yazıcı, 2004; Zengin et al., 2004; Bayhan et al., 2005; Erten, 2009). Additionally, studies in the Aegean Sea and Mediterranean coasts have reported also negative allometry for the *P. longirostris* growth (Table 2).

Table 2. Length-weight relationship parameters reported in Mediterranean region and the Sea of Marmara (present study)

Author	Area	Sex	N	a	b	R ²
Levi et al., 1995	Sicilian Channel	M+F		0.0060	2.27	
Garcia-Rodriguez et al., 2009	Alicante Bay	M	4948	0.0029	2.48	0.91
		F		0.0024	2.56	0.96
		M+F		0.0020	2.61	0.96
Demirci and Hoşsucu, 2007*	North Eastern Mediterranean	M+F	100	1.8709	1.84	
Manaşırılı, 2008*	Babadillimanı Bay	M	923	0.0015	2.62	0.91
		F	2859	0.0009	2.82	0.96
		M+F	3886	0.001	2.79	0.95
Tosunoğlu et al., 2009	Sığacık Bay	M	1313	0.0001	2.76	0.94
		F	2456	0.0001	2.84	0.95
		M+F	3768	0.0001	2.83	0.95
Dereli, 2010*	Aegean Sea	M	1313	0.0012	2.69	0.94
		F	2456	0.0012	2.70	0.95
		M+F	3768	0.0012	2.70	0.95
Yazıcı, 2004	Marmara Sea	M	1073	0.0112	2.59	0.93
		F	869	0.0057	2.95	0.97
Zengin et al., 2004	Marmara Sea	M	1964	0.0093	2.70	0.91
		F	2483	0.0059	2.93	0.95
		M+F	4447	0.0053	2.97	0.95
Bayhan et al., 2005	Marmara Sea	M	1076	0.0059	2.86	0.96
		F	2679	0.0034	3.13	0.98
		M+F	3755	0.0031	3.16	0.97
Erten, 2009	Marmara Sea, Islands	M		0.0551	1.94	0.77
		F		0.0105	2.69	0.42
		M+F		0.0121	2.61	0.73
This study*	Marmara Sea	M	15904	0.0029	2.43	0.89
		F	20384	0.0023	2.50	0.94
		M+F	36288	0.0022	2.52	0.94

*analyzed with CL

Reproduction

The monthly condition factor varied between 0.47 and 0.50. The lowest KF for *P. longirostris* was observed in summer and early autumn (August-October) and the highest value in spring (April) (Figure 3). According to the monthly changes of GSI value the reproductive period of *P. longirostris* correspond with the summer periods in the Marmara Sea.

Zengin et al. (2004) reported that in the Marmara Sea the shrimp population showed intensive breeding throughout the

year, the females lay their eggs in two separate periods during the year. The authors specified the periods during spring, early summer and Autumn, respectively. In the Mediterranean coasts and the Aegean Sea the reproduction is intense during November, December and February (Bayhan et al., 2005), April to June (Manaşırılı, 2008) and November to August (Guijarro and Massuti, 2006). The first sexual maturity in this study was found to be larger than the previous studies (Table 3). The differences between studies are because reproductive activity occurs at different times according to geographical areas.

Table 3. Reproductive season and first maturity length reported in Mediterranean region and the Sea of Marmara (present study)

Author	Area	Reproductive Time	First reproductive length (mm)
Spedicato et al., 1996	South Tiran Sea		28.4 (CL)
Mori et al., 2000	Tiran Sea		22 (CL)
Ben Meriem et al., 2001	North Tunisian		20.1 (CL)
Guijarro and Massuti, 2006	Balear Island	November August	28 (CL)
Manaşırılı, 2008	Babadillimanı Bay	December -June	18.2 (CL)
Tosunoğlu et al., 2009	Siğacık Bay	Autumn - Spring	26.13 (CL)
Dereli, 2010	Aegean Sea		24.56 (CL)
Zengin et al., 2004	Marmara Sea	Spring	106.1 (TL)
Bayhan et al., 2005	Marmara Sea	Sep., Oct.-Dec.-Apr.-May	97 (TL)
Zengin and Tosunoğlu, 2006	Marmara Sea	Summer-Autumn	97 (TL)
This study	Marmara Sea	Summer	27.3 (CL), 126 (TL)

Growth

The growth parameters are given in Table 4. The calculated growth performance index (ϕ) was 2.70 for males, 2.66 for females and 2.79 for both sexes. The growth parameters of *P. longirostris* population were compared with previous reported studies (Table 4). Whole data were analyzed using Munro's Fi Test and presented statistical significant differences ($p < 0.05$). Although the calculation method is the same about growth parameters, differences in study results may have been effective in regional differences, sample numbers, sex, and ecological factors. The maximum age calculated for *P. longirostris* in the Marmara Sea in this study was 4 years in case of females and 3 years in case of males.

Other studies reported a maximum of 6 years in the Aegean Sea (Tosunoğlu et al., 2009). Around 4 and 3 years in the Mediterranean region, respectively (Demirci and Hoşsucu, 2007; Manaşırılı, 2008). One study conducted previously in the sea of indicated 3 years age of the shrimp (Zengin et al., 2004).

Mortality rates

In Table 5 are shown the analyzed mortality rates with presented significant differences with studies that were conducted in the Mediterranean region. According to our results, *P. longirostris* population showed overfishing pressure, these results are similar to other studies carried out in the Turkish waters (Tosunoğlu et al., 2009; Deval et al., 2006; Manaşırılı, 2008).

Table 4. Growth parameters obtained by different authors for *P. longirostris* in the Mediterranean region and the Sea of Marmara (present study)

Author	Area	Sex	TL _∞	CL _∞	K	t ₀	Φ
Ardizzone et al., 1990	Tiran Sea	M	-	33.1	0.93	0.05	3.01
		F	-	44.4	0.74	0.13	3.16
Levi et al., 1995	Sicilian Channel	M+F	-	30.5	0.63	0.190	2.77
Abello et al., 2002	Mediterranean	M+F	-	47	0.49	-	3.03
Ragonese et al., 2002	Sicilian Channel	M	-	34.3	0.73	-	2.93
		F	-	40.9	0.71	-	3.07
Kapisir et al., 2013	Ionian Sea	M	-	33.2	0.68	-	2.87
		F	-	37.2	0.76	-	3.02
Garcia-Rodriguez et al., 2009	Alicante Bay	M	-	36	0.49	0.075	2.81
		F	-	47	0.44	0.134	2.99

		M+F	-	45	0.39	0.102	2.90
		M	-	31.3	1.0	0.49	2.99
Guijarro et al., 2009	Balearic Island	F	-	44	0.67	0.21	3.11
		M+F	-	40	0.84	0.49	3.13
		M	-	31.2	0.76	0.39	2.87
Manaşırılı, 2008	Babadillimanı Bay	F	-	32.3	0.77	0.39	2.90
		M+F	-	32.1	0.76	0.39	2.89
Demirci and Hoşsucu, 2007	Mediterranean	M+F	-	34.6	0.480	1.010	2.76
		M	-	27.0	1.49	0.88	3.04
Bilgin et al., 2009	Saros Bay	F	-	34.7	1.05	0.95	3.10
		M+F	-	42	0.5	-	2.95
Tosunoğlu et al., 2009	Sığacık Bay	M	-	34.99	0.41	1.016	2.70
		F	-	41.26	0.31	1.039	2.73
Baran and Öztürk, 1990	Marmara Sea	-	147	-	-	-	-
		M	157.9	-	0.380	1.422	3.98
Zengin et al., 2004	Marmara Sea	F	170.2	-	0.581	0.962	4.23
		M	-	36.8	0.37	0.69	2.70
This study	Marmara Sea	F	-	41	0.27	0.78	2.66
		M+F	-	42	0.35	0.69	2.79

Table 5. Reported natural mortality (M), fishery mortality (F), total mortality (Z) and exploitation rate (Ec) of *P. longirostris* in the different areas and the Sea of Marmara (present study)

Author	Area	Sex	M	F	Z	Ec
Levi et al., 1995	Kelibia and Lampedusa				1.239	
Abello et al., 2002	South Aegean	M+F			3.22	
Abello et al., 2002	North Aegean	M+F			2.41	
		M	1.30		3.33	
Ragonese et al., 2002	Scilian Channel	F	1.20		3.37	
Baran and Öztürk, 1990	Marmara Sea				5.2	
Zengin et al., 2004	Marmara Sea	M+F	0.85	1.06	1.91	0.50
Demirci and Hoşsucu, 2007	Northern East Mediterranean	M+F	1.29	0.34	1.635	0.21
		M	0.97	1.86	2.83	0.65
Deval et al., 2006	Sea of Marmara	F		1.57	2.13	0.54
		M+F		0.60	1.16	0.38
		M	1.31	3.86	5.17	0.74
Manaşırılı, 2008	Babadillimanı Bay	F	1.29	2.12	3.41	0.62
		M+F	1.29	2.71	4.00	0.67
		M	3.51		0.88	
Bilgin et al., 2009	Saros Bay	F	4.73		1.19	
		M	0.67	0.54	1.21	0.45
Tosunoğlu et al., 2009	Sığacık Bay	F	0.77	1.71	2.48	0.69
		M+F	0.77	1.18	1.95	0.60
		M	0.66	1.56	2.22	0.70
This study	Marmara Sea	F	0.52	0.57	1.09	0.52
		M+F	0.61	0.99	1.60	0.62

Probabilities of capture

The probability of capture L_{50} was referred as the length at first capture, in females the L_c/L_∞ ratio revealed that this ratio was 0.5 inferior to males. This result indicated that catches were dominated by small individuals. The L_{50} values were smaller than the length at first maturity (27.3). Therefore, overfishing of non-mature individuals could be a first sight of declining populations in the Marmara Sea.

Recruitment pattern and exploitation parameters

The recruitment patterns showed that there are two peaks each year, those recruitment peaks seem to occur in February and June in 2012, October and March in 2013, December and March in 2014 (Figure 7). The recruitment of new specimens has been in the winter seasons.

Our result of the relative Y/R and B/R analysis for the stock of *P. longirostris* showed overexploitation for males and exploitation within safe limits for females. Levi et al. (1995) presented an exploitation rate $E_c=0.8$ bigger than the

$E_{max}=0.67$, $E_{0.5}=0.41$, $E_{0.1}=0.66$ in the Central Mediterranean in the late 1980's. After that, in the late 1990's the overfishing was confirmed by IRMA-CNR (1999) in the Strait of Sicily. According to GFCM report the *P. longirostris* population has overexploitation (FAO, 2015).

In conclusion, our study provided new knowledge of the population parameters and stock assessment of *P. longirostris* in the Marmara Sea, where is important to understand the differences/similarities or changes in biological properties and management/sustainable production of this valuable species.

ACKNOWLEDGMENT

This study is a part of the Ph.D. thesis as 'Spatial-Temporal Variations in Population Structure, Abundance and Catch Rates of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in The Sea of Marmara' and financially supported by TAGEM project no: TAGEM / HAYSÜD / 2011 / 09 / 02 /04. And the authors would like to thanks the staff who helped in the laboratory and the fieldwork.

REFERENCES

- Abello, P., Abella, A., Adamidou, A., Jukic-Peladic, S. & Maiorano P. (2002). Geographical patterns in abundance and population Structure of *Nephrops norvegicus* and *Parapenaeus longirostris* (Crustacea: Decapoda) along the European Mediterranean coasts. *Scientia Marina*, 66 (2), 125-141.
- Ardizzone, G.D., Gravina, M.F., Belluscio, A. & Schintu P. (1990). Depth-size distribution pattern of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda) in the central Mediterranean Sea. *Journal of Crustacean Biology*, 10 (1), 139-147. DOI: [10.2307/1548677](https://doi.org/10.2307/1548677)
- Baran, İ. & Öztürk, B. (1990). Marmara Bölgesinde Yoğun olarak Bulunan *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) Crustacea: Decapoda Üzerinde Silivri-Tekirdağ Arasındaki Bölgede Stok Çalışmaları. Tubitak Project Report, No VAGH-717, 86 pp.
- Bayhan, K., Unluer, T., Akkaya, M. (2005). Some biological aspects of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Crustacea, Decapoda) inhabiting the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 853-856.
- Ben Meriem, S., Fehri-Bedoui, R. & Gharbi, H. (2001). Taille à Maturation et Période de Ponte de la Crevette Rose, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) de Tunisie. *Crustaceana*, 74 (1), 39-48.
- Bhattacharyya, P. K. (1967). Efficient Estimation of a Shift Parameter From Grouped Data. *The Annals of Mathematical Statistics*, 38 (6), 1770-1787. DOI: [10.1214/aoms/1177698611](https://doi.org/10.1214/aoms/1177698611)
- Bilgin, S., Özen, O., İşmen, A. & Özekinci, U. (2009). Bathymetric distribution, seasonal growth and mortality of the deep-water rose shrimp *Parapenaeus longirostris* (Decapoda:Penaeidae) in an unexploited stock in Saros Bay, Aegean Sea. *Journal of Animal and Veterinary Advance*, 8 (11), 2404-2417.
- Demirci, A. & Hoçsucu H. (2007). Kuzeydoğu Akdeniz'de Derin Deniz Pembe Karidesinin (*Parapenaeus longirostris*) Populasyon Yapısı ve Yoğunluğu. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5 (5-8), 50-55.
- Dereli, H. (2010). Siğaçık Korfezi'nde Dip Trol Ağları İle Yakalanan Derin Su Pembe Karidesi (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)'nin Bazı Biyolojik ve Populasyon Özellikleri. PhD Thesis, Ege University, Turkey, 158 pp.
- Deval, M. C., Ateş, C., Bök, T. & Tosunoğlu, Z. (2006). The Effect of Mesh Size and Cod End Material on the Mortality and Yield of the Rose Shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda, Penaeidae) in the Turkish Beam Trawl Fishery. *Crustaceana*, 79 (10), 1241-1249. DOI: [10.1163/156854006778859533](https://doi.org/10.1163/156854006778859533)
- Erten, M. (2009). Marmara Denizi'nde Manyat Avcılığı İle Karides (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) Avcılığının Araştırılması. MSc Thesis, Istanbul University, Turkey, 90 pp.
- Garcia-Rodriguez, M., Perez Gil, J.L. & Barcala, E. (2009). Some biological aspects of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda, Dendrobranchiata) in the Gulf of Alicante (S.E. Spain). *Crustaceana*, 82, 293-310. DOI: [10.1163/156854009X409108](https://doi.org/10.1163/156854009X409108)
- Gayanilo, F. C., Sparre, P. & Pauly, D. (2002). The FAO – ICLARM stock Assessment Tools (FISAT-II) User's guide. Computerized Information series. FAO, Rome, Italy.
- FAO (2015). General Fisheries Commission for the Mediterranean. Report of the sixteenth session of the Scientific Advisory Committee. St. Julian's, Malta, 17–20 March 2014. FAO Fisheries and Aquaculture Report. No. R1102, Rome, 250 pp.
- Guijarro, B. & Massuti, E. (2006). Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Island (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 63, 52–67. DOI: [10.1016/j.icesjms.2005.08.011](https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.08.011)
- Guijarro, B., Massuti, E., Moranta, J. & Cartes, J.E. (2009). Short spatiotemporal variations in the population dynamics and biology of the deep water rose shrimp *Parapenaeus longirostris* (Decapoda: Crustacea) in the western Mediterranean. *Scientia Marina*, 73, 183-197. DOI: [10.3989/scimar.2009.73n1183](https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n1183)
- Htun Han, M. 1978. The reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. *Journal of Fish Biology*, 13, 369-378. DOI: [10.1111/j.1095-8649.1978.tb03445.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1978.tb03445.x)
- ICES, 2009. Report of the Workshop on crustaceans (*Aristeus antennatus*, *Aristaeomorpha foliacea*, *Parapenaeus longirostris*, *Nephrops norvegicus*) maturity stages (WKMSC). ICES CM 2009/ACOM, No 46, 77 pp.

- IRMA–CNR, 1999. Valutazione delle risorse demersali nello Stretto di Sicilia (Mar Mediterraneo) nell'ambito del piano quadriennale 1996–99: rapporto finale vol. 1–2. Gruppo Nazionale Valutazione Risorse Demersali (GRUND), Unità Operativa n° 11, IRMA–CNR, Mazara del Vallo (TP), Italy, 97pp.
- Kapiris, K., Markovic, O., Klaoudatos, D. & Djurovic, M. (2013). Contribution to the Biology of *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the South Ionian and South Adriatic Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 647-656. DOI: [10.4194/1303-2712-v13_4_10](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_4_10)
- Levi, D., Andreoli, M. G. & Giusto, R. M. (1995). First assessment of the Rose Shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Central Mediterranean. *Fisheries Research*, 21 (3-4), 375-393. DOI: [10.1016/0165-7836\(94\)00298-B](https://doi.org/10.1016/0165-7836(94)00298-B)
- Manaşırılı, M. (2008). Babadillimanı Koyu'ndaki (Silifke-Mersin) Derin Su Pembe Karidesinin (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846) Biyo-Ekolojik Özellikleri ve Populasyon Dinamiği Parametreleri. PhD Thesis, Cukurova University, Turkey, 125 pp.
- Mori, M., Sartor, P. & Biagi, F. (2000). Diet of Adult Females of *Parapenaeus longirostris* (Crustacea, Decapoda) in the Northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *Atti Società Toscana di Scienze at Naturali*, 107, 7-10.
- Pauly, D. (1984). Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual For Use With Programmable Calculators. *ICLARM Stud. Rev.* 8. 325 p.
- Pauly, D. & Munro, J.L. (1984). Once More on the Comparison of Growth in Fish and Invertebrates. *ICLARM Fishbyte*, 2, 21.
- Pineiro, C. & Sainza, M. (2003). Age estimation, growth and maturity of the european hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) from Iberian Atlantic waters. *ICES Journal of Marine Science*. 60, 1086-1102. DOI: [10.1016/S1054-3139\(03\)00086-9](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00086-9)
- Ragonese, S., Andreoli, M.G., Bono, G., Giusto, G.B. & Rizzo, P. (2002). Overview of the Available Biological Information on Demersal Resources of the Strait of Sicily. *Medsudmed Technical Documents*, No 2, 6774 pp.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1987). Introduction to biostatistics. New York Freeman, 352 pp.
- Sparre, P., Ursin, E. & Venema, S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. FAO Fish Tech Pap, 306/1, 407 pp.
- Spedicato, M.T., Lembo, G., Silecchia, T.E. & Carbonara, P. 1996. Distribuzione e Biologia di *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) Nel Tirreno Centro-Meridionale. *Biologia Marina Mediterranea*, 3, 579-581.
- Tosunoğlu, Z., Akyol, O., Dereli, H. & Yapici, S. (2009). Sığacık Körfezi'nde Dip Trol Ağları ile Yakalanan Derin Su Pembe Karidesi (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)'nin Bazı Biyolojik ve Populasyon Özelliklerinin Araştırılması. TUBİTAK Project Report, No 108Y102, 156 pp.
- TÜİK, 2019. Su Ürünleri İstatistikleri Mikro Veri Seti. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Zengin, M. & Tosunoglu, M. (2006). Selectivity of diamond and square mesh beam trawl cod ends for *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda, Penaeidae) in the Sea of Marmara. *Crustaceana*, 79 (9), 1049-1057. DOI: [10.1163/156854006778859713](https://doi.org/10.1163/156854006778859713)
- Zengin, M., Polat, H., Kutlu, S., Dinçer, C. & Güngör H. (2004). Marmara Denizi'ndeki Derin Su Pembe Karidesi (*Parapenaeus longirostris*, Lucas, 1846) Balıkçılığının Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma. No TAGEM/HAYSUD/2001/09/02/004, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Su Ürünleri Merkez Araştırma Müdürlüğü, Trabzon, 211p.
- Yazici, M.F. (2004). Karides Avcılığında Kullanılan Algamaların Av Kompozisyonu ve Hedeflenmeyen Ava Ait Bir Çalışma. MSc Thesis, Canakkale Onsekiz Mart University, Turkey. 69 pp.

Karadeniz'in Sinop kıyılarında *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Ctenophora: Lobata)'nin boy dağılımı ve boy-ağırlık ilişkisi parametreleri

Some population parameters of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Ctenophora: Lobata) in Sinop coasts of the Black Sea

Zekiye Birinci Özdemir^{1*} • Yakup Erdem² • Levent Bat³

¹ Fisheries Faculty of Sinop University, 5700, Sinop, Turkey

² Fisheries Faculty of Sinop University, 5700, Sinop, Turkey

³ Fisheries Faculty of Sinop University, 5700, Sinop, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0002-7443-1298>

 <https://orcid.org/0000-0003-4754-0963>

 <https://orcid.org/0000-0002-2289-6691>

Corresponding author: zekibiroz@gmail.com

Received date: 29.11.2019

Accepted date: 21.04.2020

How to cite this paper:

Birinci-Özdemir, Z., Erdem, Y. & Bat, L. (2020). Some population parameters of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Ctenophora: Lobata) in Sinop coasts of the Black Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 285-291. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.11](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.11)

Öz: Karadeniz'in Sinop kıyılarında Ocak 2008-Aralık 2008 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada jelimsi organizmalardan *Mnemiopsis leidyi* türünün bazı popülasyon parametreleri çalışılmıştır. Araştırmada 980 *M. leidyi* bireyinde boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Türe ait ortalama boy ve ağırlık sırasıyla $3,2\pm 0,06$ cm ve $7,3\pm 0,25$ g olarak hesaplanmıştır. *M. leidyi* maksimum ve minimum boy uzunluğu 10,8 cm ve 0,2 cm olarak bulunmuştur. Maksimum ve minimum ağırlık ise 63 g ve 0,1 g olarak ölçülmüştür. Jelimsi organizma türüne ait boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0,7905L^{1,6406}$ olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Karadeniz, Sinop, *Mnemiopsis leidyi*, boy dağılımı, boy-ağırlık ilişkisi

Abstract: Some population parameters of gelatinous macrozooplankton species, *Mnemiopsis leidyi*, were studied in the present study carried out from January 2008 to December 2008 along the coasts of Sinop in the Black Sea. A total of 980 *M. leidyi* specimens were measured and weighed. The estimated average length and weight of the species were 3.2 ± 0.060 cm and 7.3 ± 0.250 g, respectively. The observed maximum and minimum lengths were 10.8 cm and 0.2 cm. The maximum and minimum weights measured were 63 g and 0.1 g. The length-weight relationship equation for *M. leidyi* was determined to be $W = 0.7905L^{1.6406}$.

Keywords: Black Sea, *Mnemiopsis leidyi*, size composition, length-weight relationship

GİRİŞ

Son yıllarda aşırı avcılık, ötrofikasyon iklimsel değişiklikler ile artan sıcaklık ve kirlilik gibi etkiler sonucunda dünya denizlerinde jelimsi macrozooplankton artışlarına daha sık rastlanmaktadır. Özellikle ticari balık avcılığının yoğun yapıldığı kıyısız ve kapalı- yarı kapalı denizlerde jelimsilerin ekosistemde baskın olduğu bir tablo ortaya çıkmıştır. Karadeniz bu sistemin en belirgin örneklerindedir (Gucu, 2002, Oğuz vd., 2008, Boero 2013). Jelimsi makrozooplankton Karadeniz'de 1980'lerden itibaren ekosistem ve balıkçılıkta yaşanan olumsuz değişimler üzerindeki etkilerden biri olarak düşünülmektedir (Kıdeyş, 2002; Shiganova vd., 2004; Oğuz vd., 2001; Finenko vd., 2006; Bat vd., 2007; Özdemir vd., 2014; Birinci Özdemir vd., 2018). Taraklı jelimsi *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora: Lobata) ise Karadeniz'e 1980'lerde giriş yapmış jelimsi makrozooplankton türlerinden biri olup ekosisteme kolay adaptasyonu, hızlı yayılışı ve olumsuz etkileri ile kendini göstermiştir.

M. leidyi, Kuzey ve Güney Amerika'nın ılıman ve subtropikal kıyı suları boyunca bulunan yerleşik bir türdür

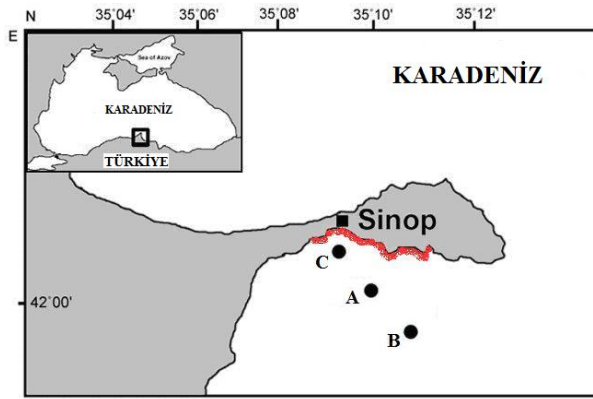
(Purcell vd., 2001; Costello vd., 2012). İlk olarak gemilerin balast suları ile Akdeniz ve sonrasında Karadeniz'e geçiş yaptığı düşünülmektedir. Karadeniz'in ortam şartları türün bu ekosistemde çok iyi yayılım göstermesini sağlamıştır. 1980'lerden sonra bu türün dağılımı, biyolojisi ve ekolojisi üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Kıdeyş ve Romanova, 2001; Purcell vd., 2001; Shiganova vd., 2004; Kıdeyş, 2002; Bat vd., 2007; Birinci Özdemir vd., 2010; Birinci Özdemir vd., 2013). Son dönemde yeni yayılım gösterdiği denizlerde dağılımları ve biyolojileri üzerine yeni bilgiler elde edilmiş ve paylaşılmıştır (Javidpour vd., 2006; Boero vd., 2009; Galil vd., 2009; Malej vd., 2017; Jaspers vd., 2018). Karadeniz'in Türkiye kıyılarında jelimsi *Aurelia aurita*, *Pleurobrachia pileus*, *Rhizostoma pulmo* ve *M. leidyi* türlerinin son yıllarda boy kompozisyonu ve bolluk dağılımlarına ilişkin veriler rapor edilmiştir (Mutlu; 2009; Bat vd., 2009; Vladymyrov vd., 2011; Birinci Özdemir vd., 2018; Birinci Özdemir vd., 2019; Dönmez ve Bat, 2019; Üstün ve Birinci Özdemir, 2019).

M. leidy türünün bolluk ve biyokütlesinde meydana gelen değişimler, biyolojileri ve ekolojileri gibi birçok nokta ekosistemdeki rollerinin belirlenmesinde ve takip edilmesinde önemlidir. Tüm bunlarla birlikte türün popülasyonuna ait boy dağılımlarının, boy-ağırlık ilişkilerinin değişimleri de izleme çalışmaları için temel unsurlardandır. Bu nedenle 'Karadeniz'de *M. leidy* türünün son döneme ait bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi' bu çalışmanın hedefini oluşturmuştur.

MATERYAL VE METOT

Karadeniz'in Sinop ili kıyılarında gerçekleştirilmiş olan bu çalışmada *M. leidy* boy kompozisyonu ve boy ağırlık ilişkisi gibi popülasyon parametrelerinin belirlenmesi amacı ile kıyısız alandan (haritada koyu hatla belirtilen alan) ve açık deniz alanından örnek toplanmıştır. Açık deniz alanının temsili için üç istasyondan (A, B ve C) plankton çekimi yapılmıştır (Şekil 1). İstasyonlara ait bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Örneklemeler Ocak 2008-Aralık 2008 tarihleri arasında aylık olarak gerçekleştirilmiştir.

Kıyısız alan sürekli gözlem altında tutulmuş ve türün yoğun bulunduğu dönemlerde örnekleme yapılmıştır. Örneklemelerde 112 µm'luk göz açıklığı ve 50 cm ağız genişliğine sahip plankton kepçesi kullanılmıştır. Kıyısız alan çizgisi üzerinde aralıklı olarak yatay (horizontal) örnekleme yapılmıştır.



Şekil 1. Kıyısız örnekleme alanı (koyu hat) ve açık deniz alanı örnekleme istasyonları

Figure 1. Coastal sampling area (dark line) and offshore area sampling stations

Tablo 1. Açık deniz alanındaki örnekleme istasyonları derinlik (m) ve koordinatları

Table 1. Sampling stations depth (m) and coordinates in the offshore area

Örnekleme İstasyonları	Derinlik (m)	İstasyon Koordinatları
A	55	42° 00' 21"N- 35° 09' 32"E
B	60	41° 59' 27" N- 35° 10' 12"E
C	20	42° 01' 15" N- 35° 09' 00"E

Deniz çalışmalarında Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine ait "R/V Araştırma-I" adlı araştırma teknesi kullanılmıştır. Her bir istasyonda dikey (vertikal) çekim tüm su kolonundan yüzeye doğru iki tekerrürlü yapılırken, bir istasyondan diğerine geçilirken 15 dk.'lık yatay çekimler gerçekleştirilmiştir. Dikey çekimlerde 112 µm, yatay çekimlerde 500 µm göz açıklıklarına sahip, 50 cm ağız açıklığındaki standart plankton kepçeleri kullanılmıştır.

Plankton çekimlerinde kolektörde toplanan örnekler huni yardımı ile 2 mm'lik elekten süzülerek 100 µm'lik eleğe aktarılmıştır. Eleğin üzerinde bulunan jelimsi türünün boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. *M. leidy* boyu loblu kısımları ile birlikte 1 mm bölmeli cetvel ile ölçülmüştür. Ağırlık ölçümü, ince bölmeli silindir (mezür) kullanılarak volümetrik (su taşıma) yöntem ile bireylerin hacimleri (ml) alınarak yapılmıştır (Mutlu, 1996). Volümetrik yöntemden faydalanılarak hacim alındığından ağırlık hesaplaması

yaş ağırlık (g) = 0.962 x volüm (ml) (~1 ml) denkleminde göre belirlenmiştir (Mutlu, 1999).

Araştırmada boy-ağırlık ilişkisi parametreleri doğrusal olmayan regresyon yöntemi ile bulunmuştur. *M. leidy* boyları ve ağırlıkları arasında ilişki: $W=a.L^b$ formülüne göre hesaplanmıştır (Ricker, 1975).

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS paket programı (SPSS Statistics 21.0) kullanılmıştır. Boy ve ağırlık verilerinin her bir örnekleme ay için normal dağılıp dağılmadığı Shapiro-Wilk testi ile belirlenmiş, boy-ağırlık değerlerine $\log_{10}(x+1)$ transformasyonu uygulanmıştır. Varyansların homojenliği test edilmiş, kıyısız ve açık deniz alanında aylar arasında boy ve ağırlıklardaki farklılık ANOVA tek etken analizi post-hoc testi olarak Games Howell ile belirlenmiştir (Kayri, 2009). Test sonuçlarında elde edilen farkın önem kontrolü $P \leq 0,05$ değeri dikkate alınarak yapılmıştır (Zar, 1999).

BULGULAR

Araştırma süresince örneklenen 980 *M. leidy* bireyinde yapılan ölçümler sonucunda ortalama boy 3,2±0,06 cm ortalama ağırlık ise 7,3±0,25 g olarak hesaplanmıştır. Örnek içerisinde maksimum boy ve ağırlık 10,8 cm ve 63 g olarak belirlenirken, minimum boy ve ağırlık 0,2 cm ve 0,1 g olarak belirlenmiştir.

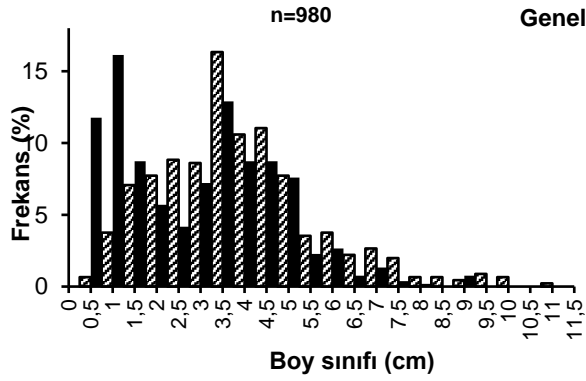
Çalışmada *M. leidy* türünün boy dağılımı, kıyısız alanda ve açık deniz alanındaki farklılığın belirlenmesi amacı ile ayrı olarak değerlendirilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin tahmininde ise hem kıyısız hem de açık deniz örnekleme alanlarından elde edilen bireyler kullanılmıştır.

M. leidy Boy Dağılımı

Kıyısız alanda toplam 453 adet bireyin boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Bireylere ait en büyük boy 10,8 cm, en küçük boy ise 0,5 cm olarak ölçülmüştür. Bireylere ait boy

dağılımında en yüksek payı %16,34 ile 3,5 cm boy sınıfına sahip bireyler oluşturmuştur. Genel olarak 1,5 cm ile 5 cm arasındaki boy gruplarının yaygın olduğu görülmüştür (Şekil 2).

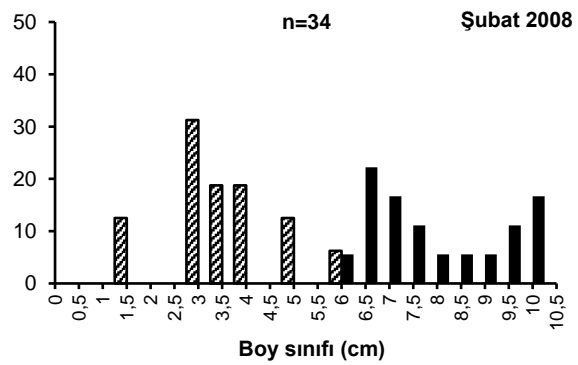
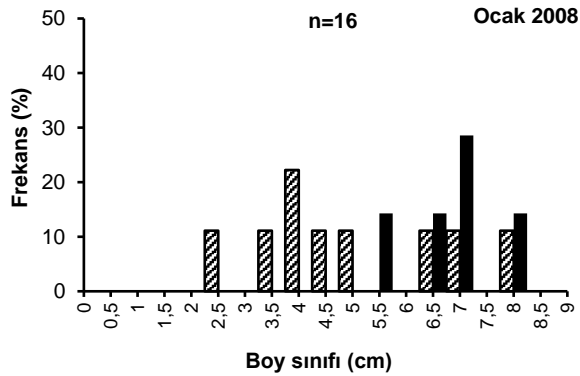
Açık deniz alanından alınacak verilerin güvenilirliğini artırmak amacıyla 1 mil aralıklarla seçilmiş 3 istasyondan vertikal ve horizontal plankton çekimleri ile örnekler toplanmıştır. Değerlendirmeler ise tüm istasyonlardaki ortalama veri kullanılarak yapılmıştır. Açık deniz alanında yapılan plankton çekimleri sonucunda 527 *M. leidyi* bireyinin boy ve ağırlık değerleri alınmıştır. En büyük birey 9 cm ve en küçük birey 0,2 cm uzunluğunda tespit edilmiştir. Boy frekans dağılımında boy sınıfı 1 cm ve 3,5 cm olan gruplar %16,12 ve %12,90 ile en yüksek paya sahip olmuşlardır. Sınıflandırmada en düşük pay %0,18 ile 8 cm'lik boy grubuna aittir (Şekil 2).

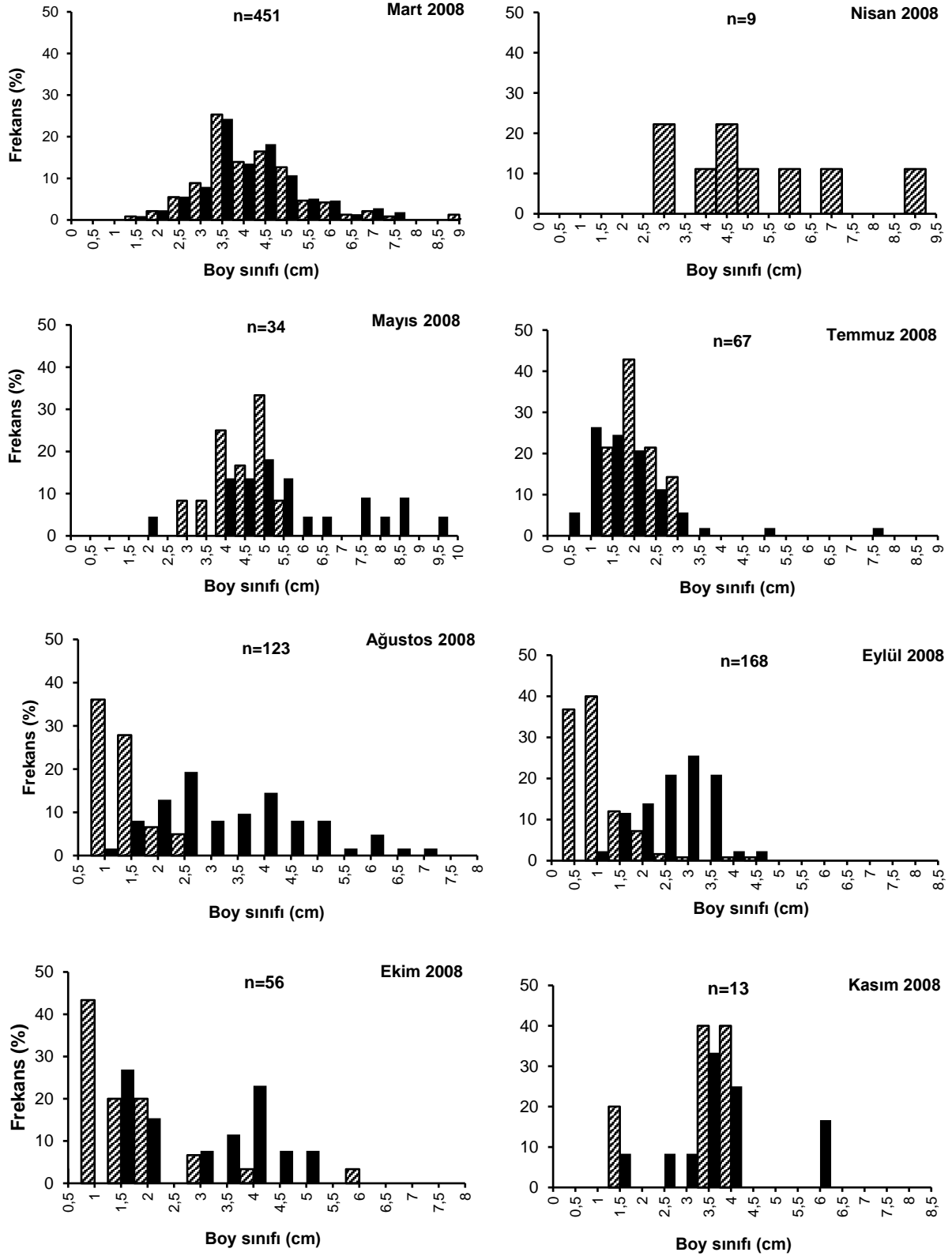


Şekil 2. Kıyısız alanda (▨), açık deniz alanındaki (■) *M. leidyi* boy dağılımı (%)
 Figure 2. The size distribution of *M. leidyi* (%) in the sampling of coastal area (▨) and offshore area (■)

Kıyısız alanda nisan, haziran, temmuz ve aralık ayları örneklemelerinde *M. leidyi* bireylerine rastlanılmamıştır. Boy dağılımında ocak ayı örneklemelerinde 7 cm boy sınıfındaki *M. leidyi* bireylerinin baskın olduğu belirlenmiştir. Ocak ve şubat aylarında çok büyük bireyler örneklenmiş olup şubat ayında 6,5 ve 7 cm boy sınıfı ile 9,5 ve 10 cm boy sınıflarında yığılma gözlenmiştir. Mart ayında 3,5-5 cm aralığındaki boy sınıflarındaki bireyler baskın olarak bulunmuştur. Mart ayında küçük birey (<3cm) oranında dikkate değer bir artış tespit edilmiştir. Temmuz ayı başta olmak üzere yaz aylarında küçük bireylerin popülasyona katılımında artış belirlenmiştir. Bu artış, yaz aylarındakilerden oldukça düşük olmakla birlikte sonbaharda da sürmüştür (Şekil 3).

Açık deniz alanında *M. leidyi* boy dağılımı aylara göre incelendiğinde, yine yaz mevsimi başında küçük bireylerin arttığı görülmüştür. Boy sınıfı 0,5-3 cm arasındaki bireyler örneklemelerde baskın olarak tespit edilmiştir. Temmuz ayından ekim ayına kadar küçük birey artışı örneklemelerde belirlenmiş olup, kasım ayında 3,5 cm ve 4 cm boy sınıfındaki büyük birey oranında artış gözlenmiştir. Genel olarak incelendiğinde 3-5 cm aralığındaki bireylerin ilkbahar mevsiminde daha yüksek oranda olduğu gözlenmiştir. Kış ve ilkbahar aylarında büyük boy grubundaki bireylerin sayısında artış gözlenmiş olup, bununla birlikte az sayıda da olsa küçük bireylerinde popülasyonda bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3).

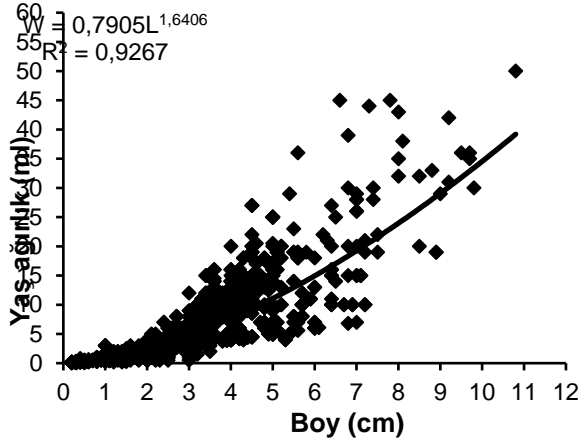




Şekil 3. Aylık *M. leidy* boy dağılımı (%) (Kıyılal alan (▨), açık deniz alanı (■))
 Figure 3. Monthly size distribution of *M. leidy* (%) (coastal area (▨), offshore area (■))

M. leidyi Boy-Ağırlık İlişkisi

Açık deniz alanından ve kıyılardan elde edilen toplam *M. leidyi* bireylerinin boy ve ağırlıkları verileri ile yapılan hesaplamalarda ait boy ağırlık ilişkisi denklemi $W=0,7905L^{1,6406}$ ($R^2=0,93$) olarak tahmin edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. *M. leidyi* türünün boy-ağırlık ilişkisi
Figure 4. The length-weight relationship of *M. leidyi*

Kıyılarda ve plankton çekimlerinde örneklenen *M. leidyi* türünün aylara göre boy ağırlık ilişkisi Tablo 1.'de verilmiştir. Genel olarak *M. leidyi* örneklerinde boy ile ağırlık arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuş olup regresyon katsayısı örneklenen birey sayısı ile doğru orantılı olarak artarak (R^2) 0,643 ile 0,946 arasında bulunmuştur. Boy ağırlık ilişkisi denklemi parametrelerinden olan kondisyon faktörü (a) aylık örneklerde 0,599 (1,081) ile 1,562 (1,558) arasında değişmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Aylık *M. leidyi* türünün boy-ağırlık ilişkisi parametreleri (a, b, R^2)

Table 2. Monthly length-weight relationship parameters of *M. leidyi* (a, b, R^2)

Aylar	a (std hata)	b (std hata)	R^2
Ocak	1,036 (1,374)	1,648 (0,182)	0,919
Şubat	0,908 (1,284)	1,682 (0,147)	0,897
Mart	1,358 (1,140)	1,363 (0,095)	0,745
Nisan	1,562 (1,558)	1,469 (0,278)	0,894
Mayıs	1,009 (1,187)	1,756 (0,106)	0,946
Haziran	-	-	-
Temmuz	0,599 (1,081)	1,689 (0,112)	0,855
Ağustos	0,728 (1,039)	1,240 (0,041)	0,939
Eylül	0,730 (1,033)	1,210 (0,039)	0,914
Ekim	0,611 (1,078)	1,297 (0,090)	0,896
Kasım	1,010 (1,750)	1,120 (0,433)	0,643
Aralık	-	-	-

M. leidyi boy ve ağırlık verilerinin aylar arasında normal dağılım göstermediği (Shapiro-Wilk, $P=0,00$); varyansların homojen olmadığı (Levene testi, $F=106,17$, $P<0,05$) tespit edilmiştir. Kıyılardan ve açık deniz alanından elde edilen bireylere

ait aylık ortalama boy ve ağırlıklar arasında istatistik açıdan farklılık önemli bulunmuştur (ANOVA, Games Howell; $P<0,05$). Aylar arasındaki istatistik analiz sonuçları incelendiğinde; özellikle temmuz, ağustos ve eylül aylarındaki boy ve ağırlıkların diğer aylardakilerden farklı olduğu sonucuna varılmıştır ($P<0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Karadeniz'in Sinop kıyılarından yapılan mevcut çalışmada kıyılardan ve açık deniz alanı örneklemelerinde en büyük *M. leidyi* boyu 10,8 cm bulunmuştur. 3,5 cm'lik bireyler kıyılardan, 1 cm ve 3,5 cm'lik bireyler açık deniz örneklemelerinde baskın boy grupları olmuştur. Küçük *M. leidyi* boy gruplarına genellikle sonbahar ve yaz aylarında rastlanmıştır. Küçük birey artışının fazla olduğu yaz aylarında üremenin gerçekleştiği tespit edilmiştir. Shiganova vd. (2001, 2003) Karadeniz'in kuzeyinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında bu araştırmaya benzer sonuçlar bildirmişlerdir.

Karadeniz'de en büyük *M. leidyi* 18 cm olarak bildirilmiştir (Shiganova vd., 2001). İzmit körfezinde tüm yıl boyunca ortalama ≤ 10 mm boy grubuna ait bireyler baskın olarak bulunmuş, maksimum boy uzunluğu 15 cm kaydedilmiştir (İşinbilir, 2004). Orta Karadeniz'de 2002-2004 aralığında yapılan çalışmalarda 1-3 cm aralığındaki boy grubunu oluşturan *M. leidyi* bireylerinin baskın boy grupları olduğu rapor edilmiştir (Birinci-Özdemir, 2005; Birinci-Özdemir vd., 2007). Kıyılardan maksimum boy 17,3 cm ölçülmüş, 4 cm boya sahip bireylerin baskın grup olduğu bildirilmiştir. Karadeniz'de ortalama *M. leidyi* boyu 2006-2007 yılları arasında 1992-1995 yılları arasındaki boylara oranla arttığı kaydedilmiştir. Mevcut çalışma sonuçlarına benzer olarak 2006-2007 yıllarında Karadeniz'de 3 cm'lik bireylerin ilkbahar ve yaz popülasyonunda baskın olduğu belirlenmiştir (Mutlu, 1999; Mutlu, 2009).

M. leidyi türünün artışı uygun sıcaklık (21-23 °C) ve ortamdaki besin miktarı ile doğru orantılıdır. Ayrıca bu etkenlerin türün boy kompozisyonunu belirlediği literatürde vurgulanmıştır (Finenko vd., 2014; Jaspers vd., 2015; Gambill vd., 2015). Mevcut çalışmada da küçük birey artışının özellikle temmuz ayında yoğun olduğu görülmektedir. Ayrıca bu çalışmada açık deniz bölgesinde ağustos, eylül ve ekim aylarında küçük birey yüzde oranının kıyılardan bireylere oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık ve besin faktörlerinin bu sonucu ortaya koyduğu düşünülmektedir.

M. leidyi ana besinini zooplankton ve balık yumurta ve larvası oluşturmaktadır (Mutlu, 1999; Kideys, 2002; Finenko vd., 2014; Birinci Özdemir vd., 2018). Besin miktarı yüksek olduğunda hızlı üreme ve büyüme görülmektedir (Clarke ve Peck, 1991). Bu bilgiler ile Karadeniz'de hamsinin üreme dönemi olan yaz aylarında *M. leidyi* türünün üremek için yoğun miktarda hamsinin de besini olan zooplankton ve ayrıca balık yumurta ve larvası tükettiğini söyleyebiliriz.

İncelenen *M. leidy* örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi parametrelerinde aylara göre farklılıklar görülmüştür (Tablo 2). Araştırma gemisinde şartların uygun olmaması, ağırlık ölçümlerinin tam olarak doğru şekilde yapılmasının güç olması durumunda bolluk ve biyokütle hesaplamalarında boy-ağırlık ilişkisi denkleminde yararlanılmaktadır. Her türün boy gruplarına göre boy ağırlık ilişkisi farklılık göstermektedir. Büyüme ve üreme dönemlerinde aynı boydaki bireylerin ağırlıklarında da farklılık görülmüştür. *M. leidy* (Mutlu, 1999) için boy-ağırlık ilişkisinden hesaplanan biyokütle değerlerinde

önemli farklar görülmektedir. Yapılan bu çalışmada ise *M. leidy* türünün aylık olarak boy ağırlık ilişkileri belirlenmiştir. İlkbahar ve yaz aylarında *M. leidy* için hesaplanan R² değerleri yüksek bulunmuştur.

Mevcut araştırma sonuçları ile diğer çalışmalarda kullanılan tüm eşitlikler farklılık göstermiştir (Tablo 3). Bu nedenle boy-ağırlık ilişkisi denklemlerinin mevsimsel olarak ve boy gruplarına ayrılarak yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

	Parametreler	a	b	W	L
Araştırmacı	Mutlu (1999)	0,928	2,231	g	cm
	Finenko vd. (2003)	1,31	2,49	mg	mm
	Niermann vd. (1995)	7,84	2,19	mg	mm
	Weisse vd. (2002) Temmuz 1995	0,575	1,879	g	cm
	Weisse vd. (2002) Ağustos 1995	0,760	1,904	g	cm
	Weisse vd. (2002) İlkbahar, 1997	0,244	2,254	g	cm
	Mevcut araştırma	0,7905	1,6406	g	cm

Tablo 3. Karadeniz'de *M. leidy* üzerine yapılan diğer çalışmalarda kullanılan boy ve ağırlık ölçümü birimleri ve bulunan a ve b değerleri
Table 3. Units of length and weight measurements used in other studies on *M. leidy* in the Black Sea and estimated values of a and b

TEŞEKKÜR

Bu makale Zekiye Birinci Özdemir'in 'Sinop Kıyılarında Jelimsi Organizmaların Mide İçeriği ve Bazı Populasyon

Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi' isimli doktora tezinden üretilmiştir. Çalışma Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı'nda gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Birinci-Özdemir, Z., Kıdeys, A.E. & Shulman, G.E. (2007). Karadeniz'in değişen ekosistemi ve hamsi balıkçılığına etkisi. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(4), 191-227. DOI: [10.3153/jfscm.2007024](https://doi.org/10.3153/jfscm.2007024)
- Bat, L., Satılmış, H.H., Birinci-Özdemir, Z., Şahin, F. & Üstün, F. (2009). Distribution, abundance, biomass and population dynamics of *Aurelia aurita* (Cnidaria; Scyphozoa) in the southern Black Sea. *North-West Journal Zoology*, 5(2): 225-241.
- Birinci-Özdemir, Z. (2005). Karadeniz'in Sinop Burnu bölgesinin jelimsi organizma kompozisyonu ve mevsimsel dağılımı. O.M.U. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Birinci Özdemir, Z., Bat, L., Üstün, F., Şahin, F., Satılmış, H.H. & Kıdeys, A.E. (2007). Orta karadeniz'de ktenofor *Mnemiopsis leidy* türünün boy dağılımı ve yumurta verimi. III. Ulusal Su Günlüğü Sempozyumu. *Turkish Journal of Aquatic Life*, 3-5(5-8), 437-444.
- Birinci Özdemir, Z., Bat, L., Sezgin, M., Satılmış, H.H., Şahin, F. & Üstün, F. (2010). Gelatinous macrozooplankton composition and seasonal distribution in Sinop Peninsula of the central Black Sea of Turkey between 2002 And 2006. General Fisheries Commission for the Mediterranean Workshop on Algal and Jellyfish Blooms in the Mediterranean and Black Sea, 6th/8th October 2010, Istanbul, Turkey.
- Birinci Özdemir, Z., Erdem, Y. & Bat, L. (2013). Distribution of gelatinous macrozooplankton in the Black Sea of Turkey (Sinop Region). CIESM Congress, Rapp. Comm. int. Mer Médit., 40, (pp.535). Marseille, France.
- Birinci Özdemir, Z., Erdem, Y. & Bat, L. (2018). Food composition and distribution of gelatinous macrozooplankton in the southern Black Sea. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 47(12), 2541-2548.
- Birinci Özdemir, Z., Özdemir, S., Özsandıkçı, U., Büyükevci, F. & Baykal, B. (2019). The seasonally determination of disc diameter-weight relationship of moon jellyfish *Aurelia aurita* in the Black Sea Coasts of Turkey. *Journal of Maritime and Marine Science*, 5(1):8-16.
- Boero, F., Putti, M., Trainito, E. Prontera, E. Piraino S. & Shiganova, T. (2009). First records of *Mnemiopsis leidy* (Ctenophora) from the Ligurian, Thyrrenian and Ionian Seas (Western Mediterranean) and first record of *Phyllorhiza punctata* (Cnidaria) from the Western Mediterranean. *Aquatic Invasions* 4, 675-680. DOI: [10.3391/ai.2009.4.4.13](https://doi.org/10.3391/ai.2009.4.4.13)
- Boero F. (2013) Review of jellyfish blooms in the Mediterranean and Black Sea. Studies and reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Rome: FAO.
- Clarke, A. & Peck, L.S. (1991). The physiology of polar marine zooplankton. In Sakshaug, E., Hopkins, C. C. E. & Øritsland, N. A. (eds.): Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology. 1990 (pp.355-369). Trondheim: *Polar Research*. DOI: [10.3402/polar.v10i2.6752](https://doi.org/10.3402/polar.v10i2.6752)
- Costello, J.H., Bayha, K.M., Mianzan, H.W., Shiganova T.A. & Purcell J.E. (2012). Transitions of *Mnemiopsis leidy* (Ctenophora: Lobata) from a native to an exotic species: *Hydrobiologia*, 690(1), 21-4. DOI: [10.1007/s10750-012-1037-9](https://doi.org/10.1007/s10750-012-1037-9)
- Dönmez, M.A. & Bat, L. (2019). Detection of feeding dietary *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778) in Samsun coasts of the Black Sea, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36 (2): 135-144.
- Finenko, G.A., Romanova, Z.A., Abolmasova, G.I., Anninsky, B., Svetlichny, L.S., Hubareva, E.S., Bat, L. & Kıdeys, A.E. (2003). Population dynamics, ingestion, growth, and reproduction rates of the invader *Beroe ovata* and its impact on plankton community in Sevastopol Bay, the Black Sea, the Black Sea. *Journal of Plankton Research*, 25(5), 539-549. DOI: [10.1093/plankt/25.5.539](https://doi.org/10.1093/plankt/25.5.539)
- Finenko, G.A., Kıdeys, A.E., Anninsky, B.E., Shiganova, T.A., Roohi, A., Tabari, M.R., Rostami, H. & Bagheri, S. (2006). Invasive ctenophore *Mnemiopsis leidy* in the Caspian Sea: feeding, respiration, reproduction and predatory impact on the zooplankton community *Marine Ecology Program Serie*, 314, 171-185. DOI: [10.3354/meps314171](https://doi.org/10.3354/meps314171)
- Finenko G.A., Abolmasova, G.I., Datsyk, N.A., Romanova Z.A. & Anninskii, B.E. (2014). Effect of food composition and temperature on in situ feeding rates of ctenophore invader *Mnemiopsis leidy* A. Agassiz. *Russian*

- Journal of Biological Invasions*, 5, 49-55.
DOI: [10.1134/S2075111714010032](https://doi.org/10.1134/S2075111714010032)
- Galil, B.S., Kress, N. & Shiganova T.A. (2009). First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865 (Ctenophora; Lobata; Mnemiidae) off the Mediterranean coast of Israel. *Aquatic Invasions*, 4(2), 357-360.
DOI: [10.3391/ai.2009.4.2.8](https://doi.org/10.3391/ai.2009.4.2.8)
- Gambill, M., Møller, L.F. & Peck M.A. (2015). Effects of temperature on the feeding and growth of the larvae of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. *Journal of Plankton Research*, 37(5), 1001-1005.
DOI: [10.1093/plankt/fbv039](https://doi.org/10.1093/plankt/fbv039)
- Gücü, A.C. (2002). Can overfishing be responsible for the successful establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54, 439-451. DOI: [10.1006/ecss.2000.0657](https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0657)
- İşinibilir, M. (2004). İzmit Körfezi'nde pelajik cnidaria ve ctenophora türlerinin bolluğu dağılımı ve bunları etkileyen faktörlerin incelenmesi, İ. Ü. Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı, Deniz Biyolojisi, Doktora tezi.
- Jaspers, C., Möller E.F. & Kiørboe, T. (2015). Reproduction rates under variable food conditions and starvation in *Mnemiopsis leidyi*: significance for the invasion success of a ctenophore. *Journal of Plankton Research*, 37(5): 1011-1018. DOI: [10.1093/plankt/fbv017](https://doi.org/10.1093/plankt/fbv017)
- Jaspers, C., Huwer, B., Antajan, E., Hosa, A., Hinrichsen, H., Biastoch, A., Angel, D., Asmus, R., Asmus, R., Augustin, C., Bagheri, S., Beggs, S.E., Balsby, T.J.S., Boersma, M., Bonnet, D., Christensen, T.J., Danhardt, A., Delpy, F., Falkenhaus, T., Finenko, G., Fleming, N.E.C., Fuentes, V., Gall, B., Gittenberger, A., Griffin, D.C., Haslob, H., Javidpour, J., Kamburska, L., Kube, S., Langenberg, V.T., Lehtiniemi, M., Lombard, F., Malzahn, A., Marambio, M., Mihneva, M., Möller, L.F., Niemann, U., Okyar, M.I., Özdemir, Z.B., Pitois, S., Reusch, T.B.H., Robbens, J., Stefanova, K., Thibault, D., Veer, H.W.V.-D., Vansteenbrugge, L., Walraven, L.V., Woźniczka, A. (2018). Ocean current connectivity propelling the secondary spread of a marine invasive comb jelly across western Eurasia. *Global Ecology and Biogeography*. 27(7), 814-827. DOI: [10.1111/geb.12742](https://doi.org/10.1111/geb.12742)
- Javidpour, J., Sommer, U. & Shiganova, T. (2006). First record of *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz 1865 in the Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 1, 299-302. DOI: [10.3391/ai.2006.1.4.17](https://doi.org/10.3391/ai.2006.1.4.17)
- Kayri, M. (2009). Araştırmalarda gruplar arası farkın belirlenmesine yönelik çoklu karşılaştırma (post-hoc) teknikleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 19(1), 51-64.
- Kideys, A.E. & Romanova, Z. (2001). Distribution of gelatinous macrozooplankton in the southern Black Sea during 1996-1999. *Marine Biology*, 139(3), 535-547. DOI: [10.1007/s002270100602](https://doi.org/10.1007/s002270100602)
- Kideys, E.A. (2002). Fall and rise of the Black Sea Ecosystem. *Science*, 297: (5886):1482-1483. DOI: [10.1126/science.1073002](https://doi.org/10.1126/science.1073002)
- Kremer, P. (1979). Predation by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Narragansett bay. *Rhode Island Estuaries*, 2(2), 97-105.
- Malej, A., Tirelli, V., Lucic, D., Paliaga, P., Vodopivec, M., Goruppi, A. & Shiganova, T.A. (2017). *Mnemiopsis leidyi* in the northern Adriatic: here to stay. *Journal Sea Research*, 124, 10-16.
DOI: [10.1016/j.seares.2017.04.010](https://doi.org/10.1016/j.seares.2017.04.010)
- Mutlu, E. (1996). Distribution of *Mnemiopsis leidyi*, *Pleurobrachia pileus* (Ctenophora) and *Aurelia aurita* (Scyphomedusae) in the western and southern Black Sea during 1991-1995 period: -net sampling and -acoustical application". ODTÜ, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Mersin.
- Mutlu, E. (1999). Distribution of abundance ctenophores, and their zooplankton food in the Black sea. II. *Mnemiopsis leidyi*. *Marine Biology*, 135, 603-613. DOI: [10.1007/s002270056061](https://doi.org/10.1007/s002270056061)
- Mutlu, E. (2009). Recent distribution and size structure of gelatinous organisms in the southern Black Sea and their interactions with fish catches. *Marine Biology*, 156(5), 935-957. DOI: [10.1007/s00227-009-1139-8](https://doi.org/10.1007/s00227-009-1139-8)
- Oğuz, T., Ducklow, H.W., Purcell, J.E. & Malanotte-Rizzoli, P. (2001). Modelling the response of top-down control exerted by gelatinous carnivores on the Black Sea pelagic food web. *Journal of Geophysical*, 106(C3), 4543-4564. DOI: [10.1029/1999JC000078](https://doi.org/10.1029/1999JC000078)
- Oğuz, T., Salihoğlu, B. & Fach, B. (2008). A coupled plankton-anchovy population dynamics model assessing nonlinear controls of anchovy and gelatinous biomass in the Black Sea. *Marine Ecology Progress Series* 369, 229-256. DOI: [10.3354/meps07540](https://doi.org/10.3354/meps07540)
- Özdemir, S., Erdem, E. & Birici Özdemir, Z. (2014). Preliminary study of a bycatch of pelagic trawl fishery in the Southern Black Sea Coast of Turkey: Moon Jellyfish *Aurelia aurita*. *Indian Journal of Geo-Marine Science*, 43(10), 1832-1836.
- Purcell, J.E. & Sturdevant, M.V. (2001). Prey selection and dietary overlap among zooplanktivorous jellyfish and juvenile fishes in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology Progress Series*, 210, 67-83.
DOI: [10.3354/meps210067](https://doi.org/10.3354/meps210067)
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistic of fish population, Fish. Res. Board of Can. Bull., Canada, Ottawa, Bulletin 191.
- Shiganova, T.A., Mirzoyan, Z.A., Studenikina, E.A., Volovik, S.P., Siokoi-Frangou, I., Zervoudaki, S., Christou, E.D., Skirta, A.Y. & Dumont H. (2001). Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea and other seas of the Mediterranean basin. *Marine Biology*, 139, 431-445. DOI: [10.1007/s002270100554](https://doi.org/10.1007/s002270100554)
- Shiganova, T.A., Musaeva, E.I., Bulgakova, .Yu.V., Mirzoyan, Z.A. & Martynyuk, M.L. (2003). Invaders ctenophores *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) and *Beroe ovata* Mayer 1912, and their influence on the pelagic ecosystem of Northeastern Black Sea. *Biology Bulletin*, 30(2), 180-190. DOI: [10.1023/A:1023249508158](https://doi.org/10.1023/A:1023249508158)
- Shiganova, T.A. (2004). Some results of studying the intruder *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in the Black Sea, In S.P. Volovik (Ed), Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz) in the Azov and Black Sea: its biology and consequences of its intrusion (pp 28-68), Istanbul, TUDAV.
- Shiganova, T.A., Bulgakova, Y.V., Dumond, J.H., Mikaelyan, A., Glazov, D.M., Bulgakova, Y.V., Musaeva, E.I., Sorokin, P.Yu., Pautova, L.A., Mirzoyan, Z.A., & Studenikina, E.I. (2004). Population dynamics of *Mnemiopsis leidyi* in the Caspian Sea, and effects on the Caspian Sea. In: Dumont H., Shiganova T.A., Niemann U. (Eds) Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas. Nato Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences (IV: Earth and Environmental Science), (pp.71-107), Dordrecht, Springer. DOI: [10.1007/1-4020-2152-6_3](https://doi.org/10.1007/1-4020-2152-6_3)
- Üstün, F. & Birinci Özdemir, Z. (2019). Seasonal distribution of gelatinous macrozooplankton in the Hamsilos Bay, southern Black Sea, Turkey. *Journal of Agriculture and Nature*, 22(4), 583-592.
DOI: [10.18016/ksutarimdogu.vi.511807](https://doi.org/10.18016/ksutarimdogu.vi.511807)
- Vinogradov, M.E., Shushkina, E.A, Musayeva, E.I. & Sorokin, P.Yu. (1989). A new acclimated species in the Black Sea: the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophore:Lobata), *Oceanology*, 29, 220-224.
- Vladymyrov, V., Kideys, E.A., Myroshnychenko, V., Myroshnychenko, V., Slipetsky, D., Shiganova, T., Abolmasova, G., Bingel, F., Tezcan, D., Ak, Y., Anninsky, B., Bat, L., Finenko, G., Gorbunov, V., Isinibilir, M., Kamburska, L., Mihneva, V., Birinci Özdemir, Z., Romanova, Z., Sergeeva, O., Stefanova, K. & Xalvashi, M. (2011). A basin wide Black Sea *Mnemiopsis leidyi* database. *Aquatic Invasions*, 6(1), 115-122. DOI: [10.3391/ai.2011.6.1.15](https://doi.org/10.3391/ai.2011.6.1.15)
- Weisse, T., Gomoiu, M.T., Scheffel, U. & Brodrecht, F. (2002). Biomass and size composition of the comb jelly *M. leidyi* in the north-western Black Sea during spring 1997 and summer 1995. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 54, 423-437. DOI: [10.1006/ecss.2000.0656](https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0656)
- Zar, J.H. (1999). Biostatistical analysis. 4th edition. Upper Saddle River, Prentice Hall.

Paraketa balıkçılığında kullanılan farklı yemlerin avcılık performansı ve oltta iğnesinde kalma oranı

Catch performance and remaining ratio on fishing hooks for different baits used in longline fishery

Celalettin Aydın

Ege University, Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, İzmir, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0001-8993-6013>

Corresponding author: caydina@gmail.com

Received date: 23.01.2020

Accepted date: 06.05.2020

How to cite this paper:

Aydın, C. (2020). Catch performance and remaining ratio on fishing hooks for different baits used in longline fishery. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 293-302. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.12](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.12)

Öz: Bu çalışmada; paraketa balıkçılığında, canlı çamur karidesi (*Upogebia pusilla*) (CCK), silikonlanmış çamur karidesi (SCK) ve silikon peletin (SP) avcılık performansı ve oltta iğnesinde kalma oranları araştırılmıştır. Denemeler, aylık olarak Muğla ili Milas İlçesi Kıyışlacık Köyü'ne bağlı Zeytinlikuyu mevkiinde Mayıs 2016 – Nisan 2017 aralığında aylık olarak yürütülmüştür. Örneklemelelerde kullanılan takımda ana beden \varnothing 0,70 mm, ara beden ve köstekler \varnothing 0,40 mm dir. Köstek boyu 1,50 m, köstekler arası mesafe ise 4 m'dir. Takımında 14 numara düz iğne kullanılmıştır. Her bir yem çeşidi için 50 olmak üzere toplamda 150 iğne kullanılmış, 25 iğnede bir yemlerin yerleri değiştirilmiştir. Örnekleme süresince yakalanan bireyler CCK, SCK ve SP olarak ayrılmış, her bireyin mm hassasiyetle total boy (TL) ve 0,01 g hassasiyetle ağırlıkları alınmıştır. Denemeler sonunda 7 familya, 18 türe ait toplam 191 birey yakalanmıştır. Toplam avda çipura (*Sparus aurata*) %48,7 ile en fazla yakalanan tür olmuştur. Çipurayı sırasıyla %10,5 ile kırma mercan (*Pagellus erythrinus*), %9,4 ile karagöz (*Diplodus vulgaris*) ve %8,9 ile isparoz (*Diplodus annularis*) takip etmiştir. Toplam 191 bireyin; %55'i (105 adet) CCK, %33,5'i (64 adet) SCK ve %11,5'i (22 adet) SP ile yakalanmıştır. Çalışma bulguları, üç farklı yemle yakalanan çipura, isparoz ve karagöz sayıları arasında farklılık olduğunu göstermiştir (χ^2 , $P<0.05$). Yem grupları arasında yapılan ikili karşılaştırmada (CCK-SCK, CCK-SP ve SCK-SP) bireylerin boyları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır (ANOVA, $P>0.05$). CCK, SCK ve SP'den elde edilen birim güçte av (CPUE) değerleri sırası ile 0,05 n/h, 0,03 n/h ve 0,01 n/h ve birim güçte ürün (YPUE) değerleri aynı sıra ile 7,28 g/h, 4,35 g/h ve 2,99 g/h şeklinde gerçekleşmiştir. Yemlerin iğne üzerinde kalma oranları değerlendirildiğinde; en düşük oranı %6,32 \pm 2,01 ile canlı çamur karidesi vermiştir. Canlı olarak tedarik edilemediği durumlarda, çamur karidesinin silikonlanarak kullanılması, yemlerin iğne de kalma sürelerini artıracak ve yem maliyetini azaltacaktır. Diğer taraftan, bu tür çalışmaların silikon yerine jelatin gibi doğal bağlayıcılarla elde edilen yemlerle yapılması, hem balıklara hem de doğaya daha az zarar vermesi açısından son derece önemli olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Paraketa balıkçılığı, yem, *Upogebia pusilla*, çamur karidesi, silikonlu pelet

Abstract: In this study, the catch performance and remaining ratio on fishing hooks of natural alive mud shrimp (*Upogebia pusilla*) (CCK), siliconized mud shrimp (SCK) and siliconized pellet (SP) were investigated in a longline. The trials were carried out monthly between May 2016 and April 2017 in Zeytinlikuyu district of Kıyışlacık Village – Milas-Mugla province. The main body diameter has 0.70 mm, leader and snoods have 0.40 mm. The snood length and distance is 1.5 m and 4.0 m, respectively. 14 no straight hooks were used. Totally 150 hooks, 50 for each bait were used and each bait was replaced in 25 hooks. The individuals caught during the samplings were separated as CCK, SCK and SP, and each individual was measured as the precision of mm the total length (TL) and weighted of 0.01 g. Totally 191 individuals from seven families with 18 different species were caught. Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) was the abundant species with 48.7% in all bait type, and the followed by common pandora (*Pagellus erythrinus*) with 10.5%, common two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) with 9.4% and annular sea bream (*Diplodus annularis*) with 8.9%. Of the 191 individuals, 55% (105 individuals) were caught with CCK, 33.5% (64 individuals) with SCK and 11.5% (22 individuals) with SP. The results of the trial with 3 different bait types were showed that that there are significant differences between the catch rates of gilthead sea bream, annular and common two-banded sea bream (χ^2 , $P<0.05$). In paired tests between bait groups (CCK-SCK, CCK-SP and SCK-SP), there were no clear differences between the sizes of the individuals (ANOVA, $P>0.05$). Catch per unit effort (CPUE) values of CCK, SCK and SP were calculated as 0.05 n/h, 0.03 n/h and 0.01 n/h, respectively. In the same order, yield per unit effort (YPUE) values were determined as 7.28 g/h, 4.35 g/h and 2.99 g/h. When the remaining rate of baits on the hooks were evaluated, CCK gave the lowest rate with 6.32 \pm 2.01. It is thought that SCK should be used as an alternative particularly when natural mud shrimp cannot be utilized as alive or unable to be supplied due to the cold weather conditions and time restrictions. On the other hand, it is thought that performing such studies with bait made with natural binders such as gelatine instead of silicone will be extremely important in terms of less harm to both fish and nature.

Keywords: Longline, bait, *Upogebia pusilla*, siliconized mud shrimp, siliconized pellet

GİRİŞ

Paraketa; avcılığı hedeflenen türe göre değişik materyal ve kalınlıklardaki (misina, ip, çelik tel vb.) uzun bir beden üzerinde çok sayıda iğnenin, köstek adı verilen kollar ile belli aralıklarla bağlanması sonucu oluşan, yemli ve yemsiz olarak

kullanılabilen, hareketsiz oltalar sınıfında yer almaktadır (Bjordal ve Løkkeborg, 1996). Hedeflenen türlerin biyolojik ve ekolojik özellikleri nedeniyle, türe özgü en etkin avcılık yöntemi olabilmektedir (Erzini vd., 1998; Woll vd., 2001; Serafy vd.,

2004; Erdem ve Akyol, 2005; Hepkafadar, 2008; Kınacıgil vd., 2015; Özgül vd., 2015; Gülşahin ve Soykan, 2017).

Paraketa balıkçılığında av verimini etkileyen en önemli faktörlerin başında iğne ve yem gelmektedir (Lokkeborg, 1989). İğne, boyut ve şekil her tür için yeknesak bir belirginlik gösterirken, kullanılan yemin etkinliği bölge, dönem (mevsim) ve hedef türlere göre değişebilmektedir. Balıklar genellikle yaşadıkları ortamda bulunan ve alışık oldukları yemleri tercih etme eğiliminde olduğundan balıklar mümkün olduğu kadar bu yemleri kullanmaktadır. Fakat gerek ideal yemin her zaman temin edilememesi, gerekse yem maliyetinin yüksek olması, balıkçıları yem konusunda çeşitli alternatifler üretmeye yönlendirmektedir.

Paraketa balıkçılığına ilişkin; türlerin davranışları, farklı iğne tasarımları ve boyutları ile farklı yem çeşitlerinin avcılık performansları ve av verimin karşılaştırılması (Huse, 1979; Bjordal, 1984; Lokkeborg ve Bjordal 1992; Erzini vd., 1996; Ekanayake, 1999; Gökçe vd., 2001; Woll vd., 2001; Akamca, 2004; Çekiç ve Başusta, 2004; Özdemir vd., 2006; Grixti vd., 2007; Özdemir vd., 2007; Piovano vd., 2010; Özgül vd., 2015; Soykan vd., 2016; Gülşahin ve Soykan, 2017), seçicilik çalışmaları (Aydın ve Bolat, 2014; Öztekin vd., 2014; Ateşşahin vd., 2015). Farklı yapıdaki paraketaların karşılaştırılması (Ulaş ve Düzbastılar, 2001), canlı kullanılan yemlerin hayatta kalma sürelerinin araştırılması (He, 1996), paraketanın atım zamanı, atım yönü (akıntıya karşı kurulum) ve suda kalma süresinin avcılığa etkileri (Lokkeborg ve Pina 1997), kullanılan iğnelerin yaşama oranları (Ward vd., 2009) olmak üzere çok sayıda bilimsel çalışma yürütülmüştür. Diğer taraftan alternatif yem kullanımı üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Norveç'te doğal karides yem ile karides kokusu yerleştirilen poliüretan yemin *Gadus morhua* avcılığında performanslarının karşılaştırılması (Lokkeborg, 1990) ve *Brosme brosmen*'nin avcılığında kimyasal uyarıların önemini araştırılmıştır (Lokkeborg ve Johannessen, 1992).

Çamur karidesi (*Upogebia pusilla*) paraketa ile avcılıkta yem olarak kullanılmaktadır. Türün biyolojisi üzerine çok sayıda çalışma olmasına rağmen (Dworschak, 1983; Kevredikis vd., 1997; Conides, 2012) avcılık performansına ilişkin sadece bir çalışmaya ulaşılabilmektedir (Erzini vd., 1998).

Bu çalışmada; canlı çamur karidesi (CCK) silikon pelet (SP) ve bu çalışma kapsamında geliştirilen silikonlanmış çamur karidesinden (SCK) oluşan üç farklı yemin avcılık performansı ve olta iğnesinde kalma oranları araştırılmıştır. Araştırma ile Türkiye'de çamur karidesinin avcılık performansı ve paraketa iğnesinde kalma oranı ilk defa ortaya konulmuştur. Benzer şekilde silikonlanmış çamur karidesinin paraketa balıkçılığında av etkinliği ve avcılık performansına ilişkin çalışma ile dünyada ilk defa yapılmıştır. Silikon pelet karışımı yem sadece Türkiye'de kullanılmakta olup, paraketa balıkçılığında avcılık performansı ile ilgili sonuçlar yine ilk defa ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE METOT

Denemeler, Muğla ili Milas İlçesi Kıyışlacık Köyü'ne bağlı Zeytinlikuyu mevkiinde Mayıs 2016-Nisan 2017 tarihleri arasında aylık olarak; 7-52 m (ortalama 25 m) derinlikte, gün ışığında ve 30-183 dk (ortalama 82 dk.) operasyon süresinde (paraketanın tamamının suya kurulduktan ve toplanmaya başlanması arasındaki zaman) yürütülmüştür. Deniz çalışmaları bölgede aktif olarak balıkçılık yapan 6,7 m boyunda 2,25 m genişliğinde 23.87 kW güce sahip "Berkant" ve 13 m boyunda 4,5 m genişliğinde ve 175,31 kW güce sahip "Cevher 2" isimli balıkçı tekneleriyle gerçekleştirilmiştir.

Örneklemelelerde "ince paraketa" olarak adlandırılan takım kullanılmıştır. Takımın ana beden \varnothing 0,70 mm, ara beden ve köstekler \varnothing 0,40 mm, köstek boyu 1,50 m, köstekler arası mesafe 4 m dir. Takımda 14 numara düz iğne kullanılmıştır (Şekil 1). Bu iğne 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ'de (Anonim, 2016) yasal olarak kullanımına müsaade edilen en küçük boydaki iğne olması bakımından tercih edilmiştir.

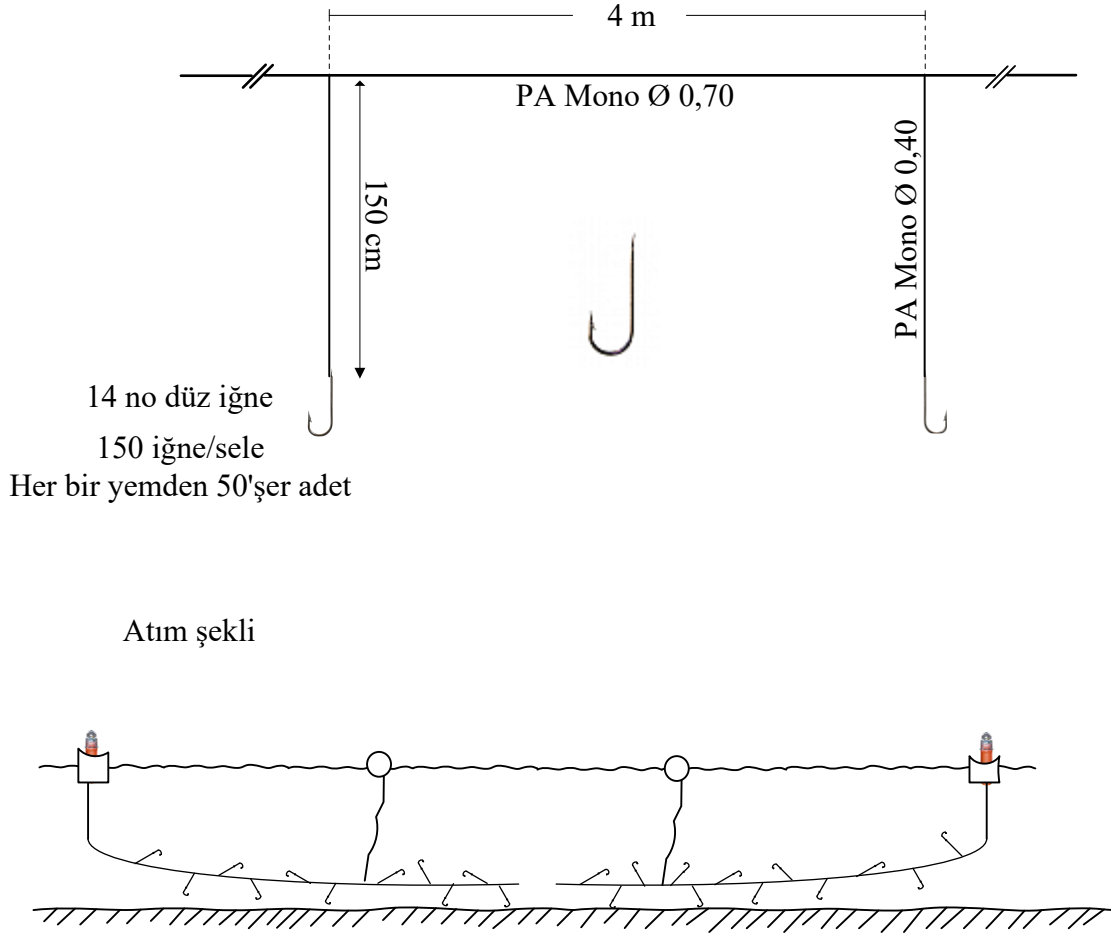
Çalışmada, çamur karidesi, silikon çamur karidesi ve silikon pelet olmak üzere 3 farklı yem denenmiştir;

I- Çamur karidesi (CCK): Üreticilerden satın alma yoluyla temin edilmiştir. Avcılık süresince soğuk muhafaza yapılarak canlı kullanılmıştır.

II- Silikon çamur karidesi (SCK): Bu yemin geliştirilmesinde ve denemeye alınmasındaki amaç; çamur karideslerinin iğnede kalma sürelerini uzatıp avcılık etkinliğini ve av performansını artırmaktır. Yemin balıklar tarafından tespit edilmesindeki en önemli duyu, koku ve görselektir (Özdemir ve Erdem, 2006). Piyasada ticari satışı yapılan yapay çamur karidesi (maket çamur karidesi) bulunmaktadır. Bu yemler görsel olarak balığı cezbetmesine rağmen kokusunun olmaması avcılık performansını düşürebilmektedir.

Teknik olarak "polisiloksanlar" olarak tanımlanan silikonlar farklı sektörlerle çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Bu çalışmada, inşaat sektöründe kullanılan silikon kullanılmıştır. İnşaat sektörü için renkli ve şeffaf olarak ikiye ayrılan silikonlardan mutlaka şeffaf silikon tercih edilmelidir. Zira renkli silikon, çamur karidesinin doğal rengini bozmaktadır. Şeffaf silikonlardan ise akvaryum silikonu olarak adlandırılan silikon kokusunun az olması nedeni ile tercih edilmiştir.

Farklı yöntemler kullanılarak çamur karidesinin silikonlama denemeleri yapılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak en doğru yöntem; şırınga içerisine şeffaf silikon, tercihen akvaryum silikonu konulmuş, abdomenin uropoda yakın noktasından doğrudan doğruya çamur karidesine enjekte edilmiş ve oda sıcaklığında saklamaya alınmıştır. Bu yöntemle 2 kişi 1-1,5 saat içinde 350-400 adet çamur karidesini rahatlıkla silikonlayabilmekte ve avcılığa hazır hale getirilebilmektedir.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan paraketa takımı
Figure 1. Longline used in trials

III- Silikon pelet (SP): Balıkçılık malzemesi satan marketlerde ticari olarak satışı olan silikon pelet, çalışmada araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Balık yemi olarak kullanılan pelet yemin akşamdan ıslatılarak yumuşaması sağlanmıştır. Bir çekiçle dövülerek veya karıştırıcıdan geçirilerek toz haline getirilen yem, şeffaf silikonla karıştırılmış ve tüpün içine geri doldurulmuş daha sonra şerit halinde silikonlu tüpten çıkartılarak kurumaya bırakılmıştır. Ertesi gün yemler kesilerek avcılığa hazırlanmıştır.

Aynı bedende her bir yem çeşidi için 50 olmak üzere toplam 150 iğne kullanılmış, yemlerin yerleri 25 iğnede bir gelişigüzel değiştirilmiştir. Çeşitli nedenlerden dolayı (Paraketanın zemine veya taşla takılması, bazı yırtıcı balıkların bedeni koparması, vb.) eksilen iğne veya ara bedenler bir sonraki avcılık için tamamlanmıştır.

Örnekleme süresince yakalanan bireyler; CCK, SCK ve SP silikon pelet olarak ayrılmıştır. Örneklere ait tür tayini ve isimlendirilmesinde Froese ve Pauly (2019)'den yararlanılmıştır. Yakalanan bireylerin her birinden; mm hassasiyetle ölçüm tahtası ile total boy (TL), 0,01 g

hassasiyetle de ağırlıkları alınmıştır. Örneklenen bireylerin adetleri arasında %95 güven aralığında istatistiki bir fark olup olmadığı χ^2 testi (chi-square) kullanılarak hesaplanmıştır (Zar, 1974). Bireylerin boyları arasında %95 güven aralığında anlamlı bir fark olup olmadığı t-test (Student's t-test) kullanılarak hesaplanmıştır (Zar, 1974). Boy gruplarının varyanslarının eşit olup olmaması durumuna göre şu eşitlikler kullanılmıştır;

Denemeleri yapılan yem çeşitleri ile avlanan türlerin boy dağılımlarının arasında %95 güven aralığında bir fark olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak tespit edilmiştir (Zar, 1974). Harcanan güç birimi başına düşen av (CPUE) ve harcanan güç birimi başına düşen ürün (YPUE) parametreleri; bir iğnenin bir saatte avladığı birey sayısı ve gram olarak avladığı ürün miktarı olarak hesaplanmıştır (Bingel, 2002). Avcılık sonrası iğnelerde kalan yemler sayılmış ve oltada kalma oranları hesaplanmıştır, her bir yem tipi için oltada kalma oranı (R, %);

$$R = \frac{B_r}{B_t} \times 100$$

olarak hesaplanmıştır. Eşitlikte; Br avcılık sonrası oltada kalan yem ve Bf total kullanılan yemi temsil etmektedir ($B_i=50$).

BULGULAR

Toplam 29 (2258 dk; minimum 30, maksimum 183 dk.) başarılı operasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda 7 familya, 18 türe ait 191 birey yakalanmıştır. Dikenli vatoz (*Raja clavata*) hariç diğer bütün türler kemikli balıklardır. En fazla çipura (*Sparus aurata*, %48,7), kırma mercan (*Pagellus erythrinus*, %10,5), karagöz (*Diplodus vulgaris*, %9,4) ve isparoz (*Diplodus annularis*, %8,9) yakalanmıştır. En çok örneklenen dört tür toplam avın %77,5'ini oluşturmaktadır (Tablo 1).

Yakalanan 191 bireyin %55'i (105 adet) CCK, %33,5'i (64 adet) SCK ve %11,5'i (22 adet) SP ile avlanmıştır. CCK ile en fazla yakalanan tür ($\geq 5\%$); 93 bireyle (%54,4) çipura olmuştur. Bunu sırası ile 11'er bireyle (%10) ile kırma mercan ve isparoz takip etmektedir. SCK ile en çok yakalanan tür, 29 bireyle (%45,3) ile çipuradır. Bunu sırasıyla 11 bireyle (%17,2) karagöz, 6 bireyle (%9,4) kırma mercan ve 4'er bireyle (%6,3) isparoz ve asıl hani (*Serranus cabrilla*) takip etmektedir. SP ile en çok yakalanan tür yine 9 bireyle (%40,9) yine çipura olurken bunu sırasıyla 3'er bireyle (%13,6) karagöz ve kırma mercan ve 2'şer bireyle (%9,1) isparoz ve sargoz (*Diplodus sargus*) takip etmektedir. Çalışma bulguları, üç farklı yemle yakalanan; çipura, isparoz, karagöz sayıları arasında farklılık olduğunu göstermiştir (χ^2 , $P<0,05$). Yakalanan diğer türlerin örnek büyüklükleri ile yem cinsleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($P>0,05$). Toplam birey sayısı göz önüne alındığında, her üç yem türünde yakalanan birey sayıları ve yemlerin birbirleri arasında fark olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Tablo 2).

Denemelerde örneklenen en küçük bireyin 8,3 cm total boyunda ve 6,1 g ağırlığında çırçır (*Symphodus rostratus*), en büyük bireyin ise 55,2 cm total boyunda ve 1586 g ağırlığında dikenli vatoz olduğu tespit edilmiştir. Yem grupları arasında yapılan ikili karşılaştırmada (CCK-SCK, CCK-SP ve SCK-SP) yakalanan bireylerin boyları arasındaki fark anlamlı bulunmamıştır (ANOVA, $P>0,05$) (Tablo 3).

Çalışmada CPUE ve YPUE sırası ile 0,03 n/h ve 5,07 g/h olarak hesaplanmıştır. Denemeye alınan yemler arasında en yüksek CPUE ve YPUE 0,05 n/h. ve 7,28 g/h ile canlı çamur karidesinden, en düşük ise 0,01 n/h ve 2,99 g/h ile silikon peletten elde edilmiştir. Mevsimsel değişim dikkate alındığında en verimli sezonun CPUE=0,17 n/h ve YPUE=26,99 g/h ile sonbahar, en verimsiz sezonun ise CPUE=0,03 n/h ve YPUE=9,32 ile ilkbahar olduğu bulunmuştur. Yaz sezonunda CPUE ve YPUE sırası ile 0,08 n/h. ve 10,91 g/h, kış sezonunda ise ile 0,09 n/h. ve 14,58 g/h olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Yemlerin iğne üzerinde kalma dayanımları değerlendirildiğinde; en hassas yemin %6,32±2,01'lik iğne kalma ortalaması ile canlı çamur karidesi olduğu tespit edilmiştir. Bu yem cinsini sırası ile %59,18±3,46'lık ile silikon

çamur karidesi ve %90,41±2,28'lik iğne üzerinde kalma ortalaması ile silikon pelet yem takip etmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada elde edilen 7 türe ait 191 birey, tür çeşitliliği açısından Ege Denizi'nde yapılan paraketa çalışmaları ile karşılaştırılabilir niteliktedir (Soykan ve Kinacıgil, 2013; Kinacıgil vd., 2015; Soykan vd., 2016; Gülşahin ve Soykan, 2017). Diğer taraftan en çok elde edilen dört türün (%77,5) ekonomik öneme sahip olması ve çipuranın toplam avın %48,7'sini oluşturması bölgede yapılan avcılığın önemini ortaya koymaktadır.

Paraketa ile balık avcılığında en önemli sorunların başında kullanılan yemlerin birçoğunun, avcılık esnasında küçük balıklar tarafından parçalanarak, yem kaybına neden olduğu ortaya konmuştur (Kinacıgil vd., 2013). Canlı kullanılan çamur karidesinin avcılık süresi boyunca ölüp içindeki suyu yitirmesinden dolayı erimesi ile birlikte avcılık etkinliğinin azaldığı gözlenmiştir. Lokkoberg (1991), kıyma haline getirdiği *Clupea harengus*'ları naylon torbalar içine koymuş ve paraketa ile *Brosme brosme*, *Molva molva*, *Gadus morhua* ve *Melanogrammus aeglefinus* türlerinin avcılığında denemiştir. Doğal yem, *Brosme brosme* ve *Molva molva* avcılığında daha yüksek oranda (%58) av verirken, naylon torba dokusunun *Gadus morhua* ve *Melanogrammus aeglefinus* avcılığında negatif bir etki yarattığı ortaya konmuştur. Diğer taraftan çalışma bölgesindeki balıkçılarla yapılan kişisel görüşmelerde, silikon peletin bazı dönemlerde (ay karanlığı) ve belirli türler için (levrek, kolyoz vd.) daha fazla ürün yakalandığı bildirilmektedir.

Çamur karidesinin silikonlanması sonucu yemin iğne kalma süresi 9 kat arttırılmıştır. Silikon çamur karidesinin sağlayacağı en önemli avantaj yemin tekrar tekrar kullanımına olanak sağlayarak yem maliyetini düşürmesi olmuştur.

Canlı çamur karidesi ile avcılık denemelerindeki önemli dezavantajlardan birisi özellikle havalarda soğuk olduğu kış döneminde temin edilmesidir. Soğuk havalarda yuvasının daha derin kısımlarında yaşamını sürdüren çamur karidesinin avcılığı daha zor olmakta, bu da canlı materyal teminini zorlaştırmaktadır. Diğer taraftan çamur karidesi fiyatları bu dönemde normal sezonun 3-4 katına çıkabilmektedir (Aydın ve Ölçek, 2017).

Veri setinin istatistiksel test yapmak için yeterli olduğu 15 türün avlandığı yemler ile boyları arasında herhangi bir fark olmadığı tespit edilememiştir. Diğer bir ifade ile hiçbir yem cinsi bir diğerinden farklı bir boy grubu yakalamamıştır. T.C. Tarım ve Ormanlık Bakanlığı tarafından yayınlanan 4/1 numaralı ticari amaçlı su ürünlerinin avcılığını düzenleyen tebliğde (Anonim, 2016) bazı türler için boy ve ağırlık yasakları getirilmiştir. Bunlar içinde, mevcut çalışmada da örneklenen bazı türler için minimum yakalama boyları çipura için 20 cm, karagöz ve kolyoz için 18 cm, kırma mercan için 15 cm ve sargoz için 21 cm total boy olarak verilmiştir. Örnekleme elde edilen çipuraların ortalama boyu 21,8 cm olarak yasal boyun üstünde yer almaktadır.

Tablo 1. Çalışmada avlanan türler
Table 1. Species caught in the study

Familya	Tür ismi	n	%	L _{min}	L _{max}	L _{mean}	L _{se}	W _{min}	W _{max}	W _{mean}	W _{se}
Gobiidae	<i>Gobius niger</i>	2	1,0	10,0	10,6	10,3	0,3	8,0	16,0	12,0	4,0
Labridae	<i>Symphodus rostratus</i>	1	0,5	8,3	8,3	8,3		6,1	6,1	6,1	
Rajinae	<i>Raja clavata</i>	1	0,5	55,2	55,2	55,2		1586,0	1586,0	1586,0	
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	5	2,6	26,5	32,0	29,6	1,0	166,0	331,0	236,6	27,5
Scorpaenidae	<i>Scorpaena scrofa</i>	1	0,5	15,4	15,4	15,4		57,9	57,9	57,9	
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i>	5	2,6	8,9	17,5	13,3	1,7	12,0	67,2	36,4	11,0
	<i>Serranus hepatus</i>	6	3,1	8,6	11,0	9,6	0,3	9,7	18,8	14,1	1,3
	<i>Serranus scriba</i>	5	2,6	13,7	15,8	14,6	0,5	31,4	50,5	39,0	4,5
Sparidae	<i>Boops boops</i>	1	0,5	14,5	14,5	14,5		34,0	34,0	34,0	
	<i>Dentex maroccanus</i>	6	3,1	19,3	31,8	23,3	2,2	90,0	350,0	168,8	43,8
	<i>Diplodus annularis</i>	17	8,9	13,4	18,0	16,0	0,3	40,5	94,0	72,3	3,7
	<i>Diplodus sargus</i>	5	2,6	20,0	37,7	27,2	3,3	123,6	960,0	425,5	151,7
	<i>Diplodus vulgaris</i>	18	9,4	16,4	24,7	19,9	0,5	70,0	251,0	132,4	10,0
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	3	1,6	16,7	29,6	24,9	4,1	57,7	306,0	214,6	78,8
	<i>Pagellus erythrinus</i>	20	10,5	17,1	29,9	23,6	0,9	70,5	347,0	176,7	17,2
	<i>Pagrus auriga</i>	1	0,5	23,1	23,1	23,1		170,1	170,1	170,1	
	<i>Pagrus pagrus</i>	1	0,5	22,5	22,5	22,5		185,7	185,7	185,7	
	<i>Sparus aurata</i>	93	48,7	11,4	32,7	21,8	0,4	33,0	590,0	159,5	11,0
Total:		191	100,0								

n: adet. %: Toplam birey sayısı içindeki oranı. L: Total boy (cm). ML: Manto boyu (cm). W: Total yaş ağırlık (g). min, mak, ort ve se: Minimum, maksimum, aritmetik ortalama ve standart hata.

n: number. % The ratio of the total number. L: Total length (cm). ML: Mantle length (cm). W: Total wet weight (g). min, mak, ort and se: Minimum, maximum, standart deviation and standart error

Tablo 2. Yakalanan türlerin yem çeşitlerine göre dağılımları ve istatistiksel test sonuçları
Table 2. Experimented species with bait types used in the study, numbers and rates with result of statistical tests

Tür ismi	Σn	CCK			SCK			SP			T	CCK-SCM	P	
		n	%T	%G	n	%T	%G	n	%T	%G			CCK-SCK	SCK-SP
<i>Boops boops</i>	1	1	100	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	x
<i>Dentex maroccanus</i>	6	3	50	2,9	3	50	4,7	0	0	0	-	-	-	-
<i>Diplodus annularis</i>	17	11	64,7	10,5	4	23,5	6,3	2	11,8	9,1	+	-	+	-
<i>Diplodus sargus</i>	5	2	40	1,9	1	20	1,6	2	40	9,1	-	-	-	-
<i>Diplodus vulgaris</i>	18	4	22,2	3,8	11	61,1	17,2	3	16,7	13,6	+	-	-	+
<i>Gobius niger</i>	2	2	100	1,9	0	0	0	0	0	0	-	-	-	x
<i>Lithognathus mormyrus</i>	3	2	66,7	1,9	0	0	0	1	33,3	4,5	-	-	-	-
<i>Pagellus erythrinus</i>	20	11	55	10,5	6	30	9,4	3	15	13,6	-	-	+	-
<i>Pagrus auriga</i>	1	1	100	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	x
<i>Pagrus pagrus</i>	1	1	100	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	x
<i>Raja clavata</i>	1	0	0	0	1	100	1,6	0	0	0	-	-	x	-
<i>Scomber japonicus</i>	5	4	80	3,8	0	0	0	1	20	4,5	-	+	-	-
<i>Scorpaena scrofa</i>	1	0	0	0	1	100	1,6	0	0	0	-	-	x	-
<i>Serranus cabrilla</i>	5	1	20	1	4	80	6,3	0	0	0	-	-	-	+
<i>Serranus hepatus</i>	6	4	66,7	3,8	1	16,7	1,6	1	16,7	4,5	-	-	-	-
<i>Serranus scriba</i>	5	2	40	1,9	3	60	4,7	0	0	0	-	-	-	-
<i>Sparus aurata</i>	93	55	59,1	52,4	29	31,2	45,3	9	9,7	40,9	+	+	+	+
<i>Symphodus rostratus</i>	1	1	100	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	x
Total	191	105	55	100	64	33,5	100	22	11,5	100	+	+	+	+

CCK: Canlı çamur karidesi, SCK: Silikon çamur karidesi, SP: Silikon pelet. Σ: Toplam. n: Adet. %: Kendi türü içinde yakalanma oranı. P: %95 güven aralığında χ^2 test sonuçları. +: Fark var. -: Fark yok. |: Yetersiz veri, test yapılamadı. T: Tüm yem cinsleri. CCK-SCK: Canlı çamur karidesi ile silikon çamur karidesi, CCK-SP: Canlı çamur karidesi ile silikon pelet, SCK-SP: Silikon çamur karidesi ile silikon pelet arasında yapılan test sonucu
CCK: Live mud shrimp, SCK: Siliconized mud shrimp, SP: Silicone pellet. Σ: Total. n: number. %: Capture rate. P: χ^2 test results with 95% confidence interval. +: differences. -: No differences. x: lack data, no test. T: All bait types. CCK-SCK: Live mud shrimp-siliconized mud shrimp, CCK-SP: Live mud shrimp silicone pellet, SCK-SP: Siliconized mud shrimp-silicone pellets test results

Tablo 3. Farklı yemlerle örneklenen türlerin, boy aralıkları, ortalama boyları, standart hataları ve istatistiksel fark testi sonuçları
Table 3. Length ranges, mean length, standard error and results of statistical tests according to the different bait types

Tür ismi	Canlı çamur karidesi					Silikonlu çamur karidesi					Silikon Pelet					T	P		
	n	L _{min}	L _{mak}	L _{ort}	L _{se}	n	L _{min}	L _{mak}	L _{ort}	L _{se}	n	L _{min}	L _{mak}	L _{ort}	L _{se}		CCK-SCK	CCK-SCK	SCK-SP
<i>Boops boops</i>	1	14,5	14,5	14,5															
<i>Dentex maroccanus</i>	3	19,5	31,8	24,1	3,9	3	19,3	27,9	22,4	2,8						-			
<i>Diplodus annularis</i>	11	14,6	17,4	16,2	0,3	4	13,4	17	15,1	0,7	2	16,5	18	17,3	0,8	-	-	-	-
<i>Diplodus sargus</i>	2	20	27,5	23,8	3,8	1	20,5	20,5	20,5		2	30,2	37,7	34	3,7	-	-	-	-
<i>Diplodus vulgaris</i>	4	17	22,5	20,1	1,1	11	16,4	24,7	19,7	0,7	3	19,5	20,5	20	0,3	-	-	-	-
<i>Gobius niger</i>	2	10	10,6	10,3	0,3														
<i>Lithognathus mormyrus</i>	2	16,7	28,4	22,6	5,9						1	29,6	29,6	29,6				-	
<i>Pagellus erythrinus</i>	11	17,1	29,9	23,7	1,3	6	18,6	25,1	22,7	1	3	19,6	29,6	25,2	2,9	-	-	-	-
<i>Pagrus auriga</i>	1	23,1	23,1	23,1															
<i>Pagrus pagrus</i>	1	22,5	22,5	22,5															
<i>Raja clavata</i>						1	55,2	55,2	55,2										
<i>Scomber japonicus</i>	4	26,5	32	29,5	1,3						1	30	30	30				-	
<i>Scorpaena scrofa</i>						1	15,4	15,4	15,4										
<i>Serranus cabrilla</i>	1	10,4	10,4	10,4		4	8,9	17,5	14,1	1,9								-	
<i>Serranus hepatus</i>	4	8,6	11	9,6	0,5	1	9,3	9,3	9,3		1	9,8	9,8	9,8		-	-	-	-
<i>Serranus scriba</i>	2	13,7	13,8	13,8	0,1	3	14	15,8	15,1	0,6								-	
<i>Sparus aurata</i>	55	11,4	32,7	22,4	0,6	29	12	29,3	20,9	0,8	9	17,2	26,4	21,1	1	-	-	-	-
<i>Symphodus rostratus</i>	1	8,3	8,3	8,3															
Total	105					64					22								

n: Adet. L: Total boy (cm). P: %95 güven aralığında ANOVA test sonuçları (+: Fark var, -: Fark yok). T: Tüm yem cinsleri arasında yapılan testin sonucu. CCK-SCK: Canlı çamur karidesi ile silikon çamur karidesi, CCK-SP: Canlı çamur karidesi ile Silikon pelet, SCK-SP: Silikon çamur karidesi ile silikon pelet arasında yapılan test sonucu.

n: number. L: Total length (cm). P: Anova test results wit 95% confidence interval (+: differences, -: No differences). T: Test results between all bait types. CCK-SCK: Live mud shrimp-siliconized mud shrimp, CCK-SP: Live mud shrimp-silicone pellet, SCK-SP: Siliconized mud shrimp-silicone pellets test results

Tablo 4. Yem çeşitlerinin, birim güçte av (CPUE) ve birim güçte ürün (YPUE) değerleri ve mevsimsel dağılımı
Table 4. Catch per unit effort (CPUE) and yield per unit effort (YPUE) of different baits and their seasonal distribution

Yem	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış		Ortalama	
	CPUE (n/h)	YPUE (g/h)	CPUE (n/h)	YPUE (g/h)	CPUE (n/h)	YPUE (g/h)	CPUE (n/h)	YPUE (g/h)	CPUE (n/h)	YPUE (g/h)
Canlı çamur karidesi	0,02	3,81	0,05	7,18	0,09	13,97	0,03	4,54	0,05	7,28
Silikon çamur karidesi	0,01	4,68	0,02	2,15	0,06	6,84	0,03	4,63	0,03	4,35
Silikon pelet	0,003	0,83	0,01	1,58	0,02	6,18	0,03	5,41	0,01	2,99
Toplam	0,033	9,32	0,08	10,91	0,17	26,99	0,09	14,58		

n: adet, h: saat, g: gram
n:number, h: hour, g:gram

Benzer şekilde, yakalanan karagözler 19,9 cm ile yasal boy sınırının geçmiştir. Kıрма mercan ve kolyoz türleri için yakalama boyu üzerinde av yaptığı bulunmuştur. Elde edilen sargoz balıkları için ortalama 27,2 cm'lik total boy 21 cm'lik yasal sınırın oldukça üstünde yer almaktadır.

Çamur karidesi avcılık performansı ve av etkinliğine ilişkin sadece bir çalışma bulunmaktadır (Erzini vd., 1998). Portekiz'in Güneyindeki Algarve bölgesinde yabani mercan (*Pagellus acarne*) ve kıрма mercanın paraketa balıkçılığında 11, 13 ve 15 numara iğne ile sülünez (*Ensis siliqua*) ve çamur karidesi avcılık performansı çalışılmıştır. Genel olarak en küçük iğne (15 numara) en çok avcılık oranını verirken iğne tipinin av büyüklüğüne anlamlı olarak etki etmediği bulunmuş; sülünez ile daha çok sayıda balık yakalanırken, çamur karidesi ile yabani ve kıрма mercanların daha fazla yakalandığı ortaya konmuştur. Denemelerde kullanılan diğer yem çeşitlerine ilişkin Türkiye ve Dünya'da çalışmalar olmadığı için doğrudan karşılaştırmalar yapılamamıştır.

Yemli bir av aracının başarısı bir canlının en temel faaliyetlerinden biri olan besin arama ve yakalama esasına dayanmaktadır. Beslenme davranışı dizisi; a) yemin varlığı, b) yemin yerinin aranması ve bulunması, c) yemin kavranması, d) yemin yutulması olmak üzere 4 safha içinde sınıflandırılmıştır (Løkkeborg, 1994). Bjordal (1984), kullanılan yem çeşidinin performansını etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğuna dikkat çekip, iyi bir paraketa yemini, avcılık süresince balığı cezbetme etkisini kaybetmeyen olarak tanımlamıştır. Yem; koku, tat, yapı ve sertlik gibi birçok özelliğe sahiptir ve bu özellikler hedef türlerin yem arama davranışlarıyla doğrudan ilintilidir (Løkkeborg, 1989). Paraketa avcılığında kullanılan yemler üzerine ülkemizde yapılan çeşitli çalışmalardan; Gökçe vd. (2001), balık yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan sparidae türlerinin; paraketa ile yakalanma olanaklarını, iğne büyüklüğü ve yem cinsinin [Sübye (*Sepia officinalis*) ve sardalye (*Sardina pilchardus*)] avın boyutu üzerine etkisini araştırmış ve bireylerin %74'ünün sübye ile yakalandığı bildirilmiştir. Özdemir vd. (2006), demersal paraketata sardalye ve kalamar (*Loligo vulgaris*) olmak üzere iki farklı yem kullanmışlar ve sonuçta sardalye ile kalamar yemleri

kullanılarak sağlanan av verimi oranını 1:3,5 (kalamar lehine) olarak belirlemişlerdir. Özdemir vd. (2007), demersal paraketa avcılığında istavrit (*Trachurus trachurus*) ve hamsi (*Engraulis encrasicolus*) olmak üzere iki farklı yem denemeleri ve toplam avın birey sayısı bazında %64'ünün istavrit yemi ile %36'sının ise hamsi ile yakalandığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar yem tipi ve operasyon başına düşen av miktarları arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak farkın önemli olduğu tespit etmişlerdir. Kınacıgil vd. (2015), paraketa avcılığında sülünez (*Solen vagina*) ve sardalye yemlerini kullanılmışlar, sülünez ile yemlenmiş iğnelerin sardalye ile yemlenmiş iğnelere oranla daha fazla avcılık yaptığını rapor etmişlerdir. Soykan vd. (2016), paraketalarda sardalye ve sülünez yemlerini, Ege Denizi demersal trol avcılığında iskarta edilen bir tür olan *Sepietta sp.* ile birlikte kullanılmışlardır. Gülşahin ve Soykan (2017), Gökova Körfezi'nde (Güney Ege) yapılan paraketa avcılığının operasyonel özelliklerini ortaya koymuşlardır. Bölgede avcılık yapan balıkçıların en büyük sorununun yem temini olduğunu ve en verimli yemin çamur karidesi (*Upogebia pusilla*) olduğunu rapor etmişlerdir. Yukarıda tartışılan çalışmaların tümü paraketa avcılığında geleneksel veya alternatif olarak kullanılan yemlerin av kompozisyonu ve diğer değişkenler üzerine etkisini araştırmıştır. Mevcut çalışma ise, tamamen farklı bir yemi (silikonlu çamur karidesi) denemesi ve bu yemin avcılık özelliklerine ilişkin bulgular içermesi nedeniyle diğer çalışmalardan ayrılması nedeniyle direkt bir karşılaştırma yapılamamıştır.

CPUE ve YPUE değerlerinin mevsimsel karşılaştırması yapıldığında en verimli mevsimin sonbahar olduğu, en düşük değerlerin ise ilkbahara ait olduğu belirlenmiştir. Bunun nedenlerinden biri olarak 2017 kışının mevsim normallerinin altındaki sıcaklıklarda geçmesi olduğu düşünülmektedir. Bu mevsimsel farklılıkların sıcaklık, akıntı gibi bazı abiyotik faktörler ile yerel göçler, besin bolluğu ve yem tercihi gibi bazı biyolojik faktörlerden ileri geldiği düşünülmektedir. Bunlara ek olarak, balığın mevsimsel olarak değişkenlik gösterebilen kondisyonun da bu farklılığı yaratabileceği düşünülmektedir.

Denemeler süresince paraketata köstekler sürekli eksilmiştir. Bunun bölgede bulunan balon balıkları ve diğer

predötörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira balon balıkları kösteği ısırarak koparabilmekte ve av aracından kurtulabilmektedir. Yine de kesin yargıya varabilmek için sualtı gözlemlerinin yapılması gerekmektedir.

Silikon pelet, olta ve paraketa balıkçılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat avcılık sırasında silikon peleti yutan fakat yakalanmayan bireylere ne olduğu bilinmemektedir. Silikon peletin sindirilip sindirilmediği (veya dışkı ile atılıp atılmadığı) veya ölüme yol açıp açmadığına dair çalışmalar derhal yapılmalıdır. Herhangi bir zararın tespit edilmesi durumunda Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğünce silikonlu pelet yemin ticari kullanımının yasaklanması gerekmektedir.

Bu çalışma; paraketa ile balık avcılığında kullanılmak üzere yeni fikirler ve yöntemler içermektedir. Bunlardan en önemlisi paraketa balıkçılığında en değerli yemlerin başında gelen çamur karidesine silikon ilave edilerek yeni bir yem tipi elde edilmesidir. Bu yemin sağlayacağı en büyük avantajlar

olarak; yemin oltada kalma süresinin uzatılması ve yem maliyetinin düşürülmesidir. Bu durum özellikle çamur karidesi elde edilmesinin zor olduğu kış ve avcılığının yasak olduğu dönemlerde önemlidir. Diğer taraftan silikona alternatif olarak jelatin gibi doğal bağlayıcıların kullanılarak benzer yemlerin üretilerek bu tür çalışmaların yapılması hem alternatif yem çeşitlerinin artırılması hem de balığa ve doğaya daha az zarar vermesi açısından son derece önemli olacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK (Proje no: TOVAG 215O241) ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü (2015/SÜF/025) tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı kurumlara, emeği geçen herkese ve makalenin değerlendirme aşamasındaki öneri ve katkılarından dolayı alan editörüne teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

- Akamca, E. (2004). Çapraz ve düz iğneli dip paraketalarında avlama etkinliği ve tür seçiciliği. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 86s.
- Anonim. (2016). 4/1 Numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığının düzenlenmesi hakkında tebliğ (No: 2016/35). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 68 s.
- Ateşşahin, T., Duman, E. & Cilbiz, M. (2015). Selectivity and catch efficiency of three spinner hook sizes in angling for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) in Karakaya Dam Lake (Eastern Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 851-859. DOI: [10.4194/1303-2712-v15_4_08](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_4_08)
- Aydın, C.M., & Bolat Y. (2014). Finike Körfezi'nde sargoz (*Diplodus sargus* L.,1758) balığı avcılığında kullanılan dip paraketasının seçiciliği. *Journal of FisheriesSciences.com*, 8, 186-193. DOI: [10.3153/jfsc.com.201423](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.201423)
- Aydın, C. & Ölçek, Z.S. (2017). İzmir amatör olta balıkçılığında canlı yemler. Kınacıgil, H.T., Tosunoğlu, Z., Çaklı, Ş., Bey, E., Öztürk, H. (Ed.), İzmir Balıkçılığı (ss 107-112). Kristal Reklam ve Matbaacılık, İstanbul.
- Aydın, C., İlyaz, A., Alanyalı, İ. & Malkoç, B. (2018). Silikon katkılı olta yemlerinin avcılık performansı ve av etkinliği. E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Proje No: 2015/SÜF/025, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir, 55s.
- Bingel, F. (2002). Balık Popülasyonlarının incelenmesi, temel konular ve uygulama örnekleri. Baki Kitapevi, Adana, Türkiye, 404s.
- Bjorndal, A. (1984). The effect of gangion floats on bait loss catch rates in longlining. International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1984/B:8 10p. (Mimeo).
- Bjorndal, A., & Løkkeborg, S. (1996). Longlining. Fishing News Books, Farnham
- Conides, A.J., Nicolaidou, A., Apostolopoulou, M. & Thessalou-Lagaki, M. (2012). Growth, mortality and yield of the mudprawn *Upogebia pusilla* (Petagna, 1792) (Crustacea: Decapoda: Gebiidea) from western Greece. *Acta Adriatica*, 53(1), 87-103.
- Çekiç, M. & Başusta, N. (2004). İskenderun Körfezi'nde kullanılan paraketa takımlarında yem çeşidi ve iğne büyüklüğünün tür seçimine etkisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, 73-77.
- Dworschak, P.C. (1983). The Biology of *Upogebia pusilla* (Petagna) (Decapoda, Thalassinidea), I. The Burrows. *Marine Ecology*, 4, 19-43. DOI: [10.1111/j.1439-0485.1983.tb00286.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.1983.tb00286.x)
- Ekanayake, E.M.A.B. (1999). The effect of hook size and bait type on the fishing selectivity of longline gear. The United Nations University, Fisheries Training Programme, 1999, p. 21
- Erdem, M., & Akyol, O. (2005). Fethiye Yöresinde (Akdeniz) paraketeyle kılıç (*Xiphias gladius* Linnaeus,1758) avcılığı üzerine bir ön çalışma. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2), 201-204.
- Erzini, K., Gonçaves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G. & Cruz, J. (1996). Species and size selectivity in a Portuguese multispecies artisanal long-line fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 53(5), 811-819. DOI: [10.1006/jmsc.1996.0102](https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0102)
- Erzini, K., Gonçaves, J.M.S., Bentes, L., Lino, G.B. & Ribeiro, J. (1998). Species and size selectivity in a red sea bream longline metier in a Algarve (Southern Portugal), *Aquatic Living Resources*, 11 (1), 1-11. DOI: [10.1016/S0990-7440\(99\)80025-4](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(99)80025-4)
- Froese, R., & Pauly, D. (2019). FishBase. Alıntılanma adresi: www.fishbase.org, version (12/2019) (24.11.2019).
- Gökçe, M.A., Akamca, E. & Özak, A.A. (2001). Anaç olarak kullanılacak Sparidae familyasına ait bazı türlerin paraketa ile avlanma olanakları ve av sonrası ölüm oranı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 47-53.
- Grixti, D., Conron, S.D. & Jones, P.L. (2007). The effect of hook/bait size and angling technique on the hooking location and the catch of recreationally caught black bream *Acanthopagrus butcheri*. *Fisheries Research*, 84, 338-344. DOI: [10.1016/j.fishres.2006.11.039](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.11.039)
- Gülşahin, A. & Soykan, O. (2017). Catch composition, length-weight relationship and discard ratios of commercial longline fishery in the Eastern Mediterranean. *Cahiers de Biologie Marine*, 58, 1-7. DOI: [10.21411/CBM.A.B3268672](https://doi.org/10.21411/CBM.A.B3268672)
- He, P. (1996). Bait loss from bottom-set longlines as determined by underwater observations and comparative fishing trials. *Fisheries Research*, 27, 29-36. DOI: [10.1016/0165-7836\(96\)00477-8](https://doi.org/10.1016/0165-7836(96)00477-8)
- Hepkafadar, O. (2008). İzmir Körfezi'nde Adi Köpekbalığı Avcılığı ve Bazı Biyolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 70s.
- Huse, I. (1979). Fish behavior studies as an aid to cod and haddock longline hook design. ICES CM 1979/B:22.
- Kevrekidis, T., Gouvis, N., & Koukouras, A. (1997). Population dynamics, reproduction and growth of *Upogebia pusilla* (Decapoda, Thalassinidea)

- in the Evros Delta (North Aegean Sea). *Crustaceana*, 70, 799-812.
DOI: [10.1163/156854097X00249](https://doi.org/10.1163/156854097X00249)
- Kınacıgil, H.T., Soykan, O., Aydın, İ. & Gül, B. (2013). Orta Ege Denizi paraketa avcılığında yemin av verimine etkisi üzerine araştırma. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Kesin Raporu, Proje No: 2009/SÜF/025, Bornova/İzmir.
- Kınacıgil, H.T., Aydın, İ., Soykan, O. & Sağlam, C. (2015). Orta Ege Denizi paraketa avcılığında hedef dışı av ve hedef dışı avı azaltmaya yönelik olarak farklı iğne uygulamaları. TÜBİTAK-TOVAG 213O269 no'lu proje raporu, 45s.
- Lokkeborg, S. (1989). Longline bait: fish behavior and the influence of attractant release rate and bait appearance. (Dr. Sci. Thesis). Department of Fisheries Biology University of Bergen, Norway. 25 pp
- Lokkeborg, S. (1990). Reduced catch of under-sized cod (*Gadus morhua*) in longlining by using artificial bait. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47 (6), 1112-1115. DOI: [10.1139/f90-128](https://doi.org/10.1139/f90-128)
- Lokkeborg, S. (1991). Fishing experiments with an alternative longline bait using surplus fish products. *Fisheries Research*, 12(1), 43-56.
DOI: [10.1016/0165-7836\(91\)90048-K](https://doi.org/10.1016/0165-7836(91)90048-K)
- Lokkeborg, S., & Bjordal, A. (1992). Species and size selectivity in longline fishing: a review. *Fisheries Research*, 13, 311-322. doi.org/10.1016/0165-7836(92)90084-7
- Lokkeborg, S. & Johannessen, T. (1992). The importance of chemical stimuli in bait fishing-fishing trials with pre-soaked bait. *Fisheries Research*, 14, 21-29. DOI: [10.1016/0165-7836\(92\)90070-A](https://doi.org/10.1016/0165-7836(92)90070-A)
- Lokkeborg, S. (1994). Fish behaviour and longlining. Marine Fish Behaviour in Capture and Abundance Estimation. A. Fernö and S. Olsen (Ed.), Fishing New Books (pp 9-27 pp), London
- Lokkeborg, S., & Pina, T. (1997). Effects of setting time, setting direction and soak time on longline catch rates. *Fisheries Research*, 32(3), 213-222.
DOI: [10.1016/S0165-7836\(97\)00070-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(97)00070-2)
- Özdemir, S. & Erdem, Y. (2006). Pasif av araçları ile avcılıkta balık davranışları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23, 467-471.
- Özdemir, S., Ayaz, A., Gurbet, R. & Erdem, Y. (2006). Farklı büyüklükte kanca ve farklı tipteki yem ile sabah tanı ve gündüz zamanlarında kullanılan dip paraketasının av verimi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 2, 405-411.
- Özdemir, S., Erdem, Y. & Sümer, Ç. (2007). Dip paraketasında kullanılan iki farklı yemin balık davranışları ve av verim yönünden karşılaştırılması. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (2), 177-182.
- Özgül, A., Ulaş, A., Lök, A., Düzbastılar, F.O. & Metin, C. (2015). A comparison of alternative circle hook (Kahle Hook) and J style hook performance in experimental pelagic longline fishery in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15, 19-27.
DOI: [10.4194/1303-2712-v15_1_03](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_1_03)
- Öztekin, A., Özekinci, U., Ayaz, A., Cengiz, Ö., Altınağaç, U. & Aslan, A. (2014). Saroz Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi) gelincik (*Phycis blennoides* B. 1768) balığının ağız açıklığı-boy ilişkisi ve avcılığında kullanılan dip paraketasının seçiciliği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(1), 41-45. DOI: [10.12714/egejfas.2014.31.1.07](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.1.07)
- Piovano, S., Clò, S. & Giacomini, C. (2010). Reducing longline by-catch: The larger the hook, the fewer the stingrays. *Biological Conservation*, 143, 261-264. DOI: [10.1016/j.biocon.2009.10.001](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.10.001)
- Serafy, J.E., Guillermo, G.A., Diaz, A., Prince, E.D., Orbesen, E.S. & Legault, C.M. (2004). Atlantic blue marlin, *Makaira nigricans*, and white marlin, *Tetrapterus albidus*, bycatch of the Japanese pelagic longline fishery, 1960-2000. *Marine Fisheries Review*, 66, 9-20.
- Soykan, O. & Kınacıgil, H.T. (2013). Settling for European Seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758); technical features and bait preference. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30 (2), 45-49.
DOI: [10.12714/egejfas.2013.30.2.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.2013.30.2.01)
- Soykan, O., Aydın, İ. & Kınacıgil, H. T. (2016). A preliminary study on the potential use of an alternative bait for demersal longline fishery; *Sepietta* sp. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(2), 163-167.
DOI: [10.12714/egejfas.2016.33.2.11](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.2.11)
- Ulaş, A. & Düzbastılar, F.O. (2001). Farklı parakat takımlarının av verimlerinin karşılaştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 175-186.
- Ward, P., Epe, S., Kreutz, D., Lawrence, E. & Robins, C. (2009). The effects of circle hooks on bycatch and target catches in Australia's pelagic longline fishery. *Fisheries Research*, 97, 253-262.
DOI: [10.1016/j.fishres.2009.02.009](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.02.009)
- Woll A.K., Boje, J., Holst, R. & Gundersen, A.C. (2001). Catch rates and hook and bait selectivity in longline fishery for Greenland halibut at East Greenland, *Fisheries Research*, 51, 237-246.
DOI: [10.1016/S0165-7836\(01\)00249-1](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00249-1)
- Zar. J. H. (1974). *Biostatistical Analysis*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New Jersey, USA, 620p.

Comparison of industrial-scale tubular photobioreactor to FRP (fiberglass reinforced plastic) panel photobioreactor on outdoor culture of *Nannochloropsis oculata* in the marine hatchery

Denizel kuluçkahanede *Nannochloropsis oculata* dış ortam kültüründe endüstriyel ölçekli tübüler fotobiyoreaktör ile FRP (fiberglas ile güçlendirilmiş plastik) panel fotobiyoreaktörün karşılaştırılması

Yaşar Durmaz^{1*} • Gökhan Çağatay Erbil²

¹ Aquaculture Department, Faculty of Fisheries, Ege University, 35100 Bornova, Izmir, Turkey

² Aquaculture Department, Faculty of Fisheries, Kastamonu University, Kastamonu, Turkey

 <https://orcid.org/0000-0002-1858-5882>

 <https://orcid.org/0000-0002-6704-5073>

Corresponding author: yasar.durmaz@ege.edu.tr

Received date: 30.10.2019

Accepted date: 08.05.2020

How to cite this paper:

Durmaz, Y. & Erbil, G.Ç. (2020). Comparison of industrial-scale tubular photobioreactor to FRP (fiberglass reinforced plastic) panel photobioreactor on outdoor culture of *Nannochloropsis oculata* in the marine hatchery. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 303-308. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.13](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.13)

Abstract: Microalgal culture is a key procedure in marine fish hatcheries, but this activity is far from optimized and has several problems remain to be solved. *Nannochloropsis oculata* are important to live feed organisms, which are used to rear the larvae of marine finfish. *N. oculata* were cultivated in tubular PBR and FRP panel PBR in a greenhouse. Tubular PBR was reached 701.7 x 10⁶ cells mL⁻¹ as its maximum cell density and FRP panel PBR was reached 245 x 10⁶ cells mL⁻¹ as maximum. Also, estimated maximum dry weights of tubular and FRP panel PBRs were calculated as 3.249 g L⁻¹ and 1.47 g L⁻¹, respectively. Consequently, tubular PBR was showed that it is more efficient than FRP panel PBR in this study.

Keywords: Microalgae, *Nannochloropsis oculata*, hatchery, tubular photobioreactor, FRP panel photobioreactor, photobioreactor design

Öz: Mikroalg üretimi balık kuluçkahaneleri için kilit noktası olmakla birlikte hala optimizasyonu tamamlanmamış ve çözülmesi gereken problemlere sahiptir. *Nannochloropsis oculata* önemli bir canlı yem kaynağıdır ve deniz balıkları üretiminde larvaların beslenmesi amacıyla üretilmektedir. *N. oculata*, sera içerisinde tübüler ve FRP panel fotobiyoreaktörlerde üretilmiştir. Tübüler FBR 701,7 x 10⁶ hücre mL⁻¹ maksimum yoğunluğa ulaşırken, FRP panel FBR ise 245 x 10⁶ hücre mL⁻¹ maksimum yoğunluğa ulaşmıştır. Ayrıca, tübüler ve FRP panel FBR'ler için maksimum tahmini kuru ağırlıklar da sırasıyla 3,249 g L⁻¹ ve 1,47 g L⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, tübüler FBR'ün, FRP panel FBR'e göre daha verimli olduğu bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Mikroalg, *Nannochloropsis oculata*, kuluçkahane, tübüler fotobiyoreaktör, FRP panel fotobiyoreaktör, fotobiyoreaktör tasarımı

INTRODUCTION

It is known that microalgae are known as a source of protein, amino acids, vitamins and various minerals, as well as polysaccharides, sterols and fatty acids (El-Sheekh et al. 2006). These organisms are an indispensable feed source for all growth stages of bivalves and for larvae of some crustaceans and fish species in aquaculture as used directly in larval tanks. They are consumed by zooplankton, which is then consumed by fish. In that aquatic feed chain, important nutrients from microalgae are transferred to higher trophic levels via intermediary zooplankton (Brown et al., 1999; Vismara et al., 2003). Although, microalgae are able to produce valuable biomolecules, which are alterable by nutrient composition, temperature, light intensity and age of the culture (Richmond, 1986; Renaud et al., 1995; Thompson et al., 1992).

Most of the microalgal biomass has been an appealing source for producing a wide range of highly valuable products,

including polyunsaturated fatty acids (PUFA), carotenoids, phycobiliproteins, polysaccharides and phycotoxins. Although, the products from microalgae have been widely used as a high-protein supplement in human nutrition, aquaculture and nutraceutical purposes (Del-Campo et al., 2007). In most developed countries, high caloric foods are consumed widely. This leads to various health problems, e.g., obesity, heart diseases, diabetics. A balanced nutritional diet is needed for health and should contain valuable biomolecules such as vitamins, minerals, linoleic, linolenic and arachidonic acid as well as eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 omega-3) and docosahexaenoic acid (DHA, 22:6 omega-3) (Sathasivam et al. 2019).

The microalga *Nannochloropsis oculata* is an important species in aquaculture due to its nutritional value and cell size. It belongs to the class of Eustigmatophyceae, which includes species that contain a high amount of polyunsaturated fatty

acids (PUFAs), especially eicosapentaenoic acid (EPA), arachidonic acid (ARA) and docosahexaenoic acid (DHA). These biomolecules have a great impact on the nutrition of marine organism, particularly growth and development of the larvae of fish, molluscs and crustaceans. (Otero et al., 1997, Brown et al., 1999). The nutritional value of microalgae is related to its biochemical cell composition particularly characteristics of fatty acid content (Sukenik et al., 1993; Durmaz et al., 2008). The cell composition of microalgae (Thompson et al., 1992) is alterable significantly through culture conditions, especially depending on temperature and light conditions (Richmond 2004; Durmaz et al., 2008).

Photobioreactors are bioreactors, which are utilizing the light as an energy source to produce phototrophic organisms such as microalgae. Since the beginning of microalgal cultivation, researchers have been investigating to find a more efficient way to produce these organisms. For this purpose, many photobioreactors are designed in different types and shapes. Open area tubular and flat plate photobioreactors are the most popular choices for high areal and volumetric productivity. From a commercial point of view, a closed photobioreactor (PBR) must have as many of the following characteristics as possible: high area productivity, high volumetric productivity, large volume, inexpensive to build and maintain, easy to control culture parameters and reliability (Olaizola, 2003). The culture of *N. oculata* is performed in closed photobioreactor (PBR) systems such as transparent polyethylene bags, fiberglass cylinders and flat panel reactors in hatcheries as feed for fish (Lubian et al., 2000; Lourenco et al., 2002).

In particular, low productivity and high production cost stand out as major hurdles of microalgae production in aquaculture hatcheries (Boeing, 2000; Durmaz, 2007; Muller-Fuege, 2013). In this case, PBRs should be optimized with respect to key design parameters for the cultivation of microalgae. Therefore, the goal of this study is comparing the performance of both systems (tubular & flat plate PBRs) in semi-continuously mass microalgal cultivation of *N. oculata* using industrial-scale PBRs.

MATERIAL AND METHODS

Microalgae

Nannochloropsis oculata (Droop) (Hibberd, 1981 CCAP 849/1) used in this study was obtained from the Culture Collection of Algae and Protozoa (CCAP), Scotland. Starter cultures were maintained axenically in F/2 medium (Guillard and Ryther, 1962). When the inoculums reached a concentration between 10^6 and 10^7 cells mL^{-1} , they were transferred to larger flat-bottom glass flasks (10 L), and then when the total volume was reached up to 200 L (20 flasks used for this purpose), cultures were inoculated to both PBRs.

Experimental photobioreactor

The experiments of this study were performed in a tubular PBR and a fiberglass reinforced plastic panel PBR (FRP;

fiberglass reinforced plastic) which belongs to an aquaculture hatchery facility in Turkey (Akvatek Company), as shown in Figure 1 and Figure 2. Mainly, PBRs can be divided into two main parts; solar receiver and degasser-cooler tank. The degasser-cooler tank, which is made of double-walled polyester fiber tank was used for mixing, degassing and heat exchange of culture (Figure 1 and 2).

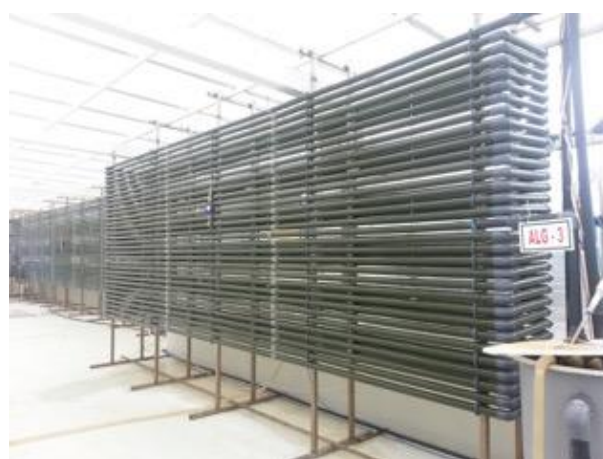


Figure 1. Tubular photobioreactor



Figure 2. FRP panel photobioreactor

The solar receiver of the tubular PBR was made of transparent plexiglass consisted of 416 m total length (Figure 3). The internal diameter of the tubes was 4.6 cm and has 0.2 cm wall thickness. The solar receiver consists of two lines and each set of the tubular PBR has 6 m in length, 0.5 m in width and 1.6 m in height. The effective surface area of both lines of tubular PBR is 41.6 m^2 and the solar receiver's volume was 690 liters. The degasser-cooler tank of the tubular system has 110 liters volume and finally, the total volume of the tubular PBR system reaches 800 liters.

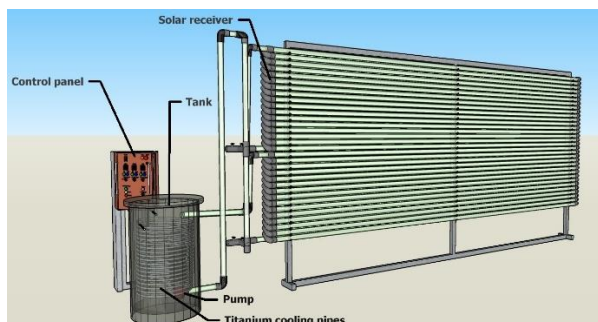


Figure 3. Illustration of the tubular photobioreactor

The solar receiver of the FRP panel PBR was made of fiberglass reinforced plastic. Two-piece of FRP panel solar receivers were used in this PBR system (Figure 4). Both have 9.5 m in length and 1 m in height, has 4 cm in depth. The total surface area of the solar receiver is 38 m². 800 liters of total volume of the FRP panel PBR including 40 liters of the degasser-cooler tank.

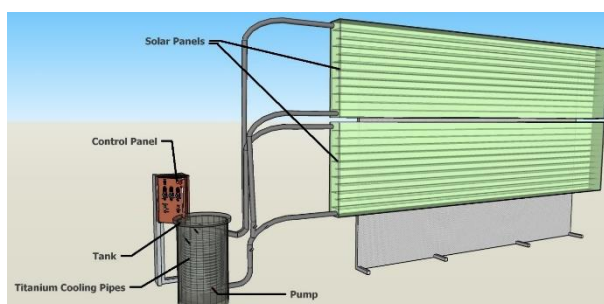


Figure 4. Illustration of FRP panel photobioreactor

The culture temperature was controlled through an internal heat exchanger that was made up of titanium tubes placed in the degasser-cooler tank. 100 L of seawater per hour (generally 18°C) was used as cooling water. The microalgal culture was circulated as velocity of 0.6 m s⁻¹ using a centrifugal pump located between the degasser-cooler tank and the solar receiver. Temperature and pH were measured at several positions along with the tube and degasser tank using Seko Kontrol PR40 pH/redox and conductivity meter (Italy). Culture pH was controlled by on-demand injection of pure industrial grade CO₂ gas at 5 L min⁻¹.

Culture conditions of photobioreactors

Advanced mass culture of microalgae requires a closed system because the microalgae must be grown under contaminant-free conditions. However, it is not possible to completely sterilize PBRs. In this study, PBRs were disinfected by using sodium hypochlorite overnight and neutralized with sodium thiosulfate for 2 hours. In addition, marine water used in both systems was sterilized by passing through a 0.02 μm filtration system.

PBR systems were illuminated by solar radiation and no artificial illumination was used at nights. Sunrise and sundown were observed around 05.30 and 19.30, respectively. The mean duration of irradiation was 14 h per a day. Mean temperature was recorded as 26-28 °C at daytimes and 18-20 °C at nights.

Culture medium (F/2 medium (Guillard and Ryther, 1962)) was added daily (1 mL/L) and cultures were maintained at 35 g L⁻¹ salinity and 24±1°C temperature.

Analytical methods

Cell density was measured via Improved Neubauer hemocytometer at three times a day (08:00 a.m., 12:00 p.m. and 18:00 p.m) and at the same time, contamination was checked daily through visual observation. Growth rates (μ) were calculated with this equation.

$$\mu = \frac{\ln(N_t) - \ln(N_0)}{t - t_0} \quad (\text{Eq.1})$$

Where N_t is biomass at the time (t) and N₀ is the beginning biomass at the time t₀.

The culture was illuminated through sun light at the maximum irradiance level of 300 μmol m⁻² s⁻¹ (Li-Core 195) at the surface of the photobioreactors.

RESULTS

In both PBR systems, no contamination by protozoa or other microalgae species was observed. The tubular PBR's and FRP panel PBR's initial cell densities were arranged as 15.0 x 10⁶ cells mL⁻¹ (Figure 5). Tubular PBR was reached to maximum cell density at 14th day as 701.7 x 10⁶ cells mL⁻¹ while FRP panel PBR was reached to maximum cell density at 23rd day and recorded as 245 x 10⁶ cells mL⁻¹. The lag phase was observed in the first 2 days for both PBRs. After the first 2 days, the cell density of *N. oculata* at tubular PBR was increased rapidly from 35.3 x 10⁶ cells mL⁻¹ and was reached to 701.7 x 10⁶ cells mL⁻¹ at the day 14 without any apparent lag phase. However, the exponential phase of the PFR panel PBR continued relatively slowly until the 17th day and reached 205 x 10⁶ cells mL⁻¹.

Maximum specific growth rates of tubular PBR and FRP panel PBR were recorded at the day 5 as 0.53 and 0.39, respectively. Estimated dry weights were calculated according to data of previous studies (FAO, 1996; Zou and Richmond, 1999). The maximum estimated dry weights of tubular PBR and FRP panel PBR were calculated as 3.249 g L⁻¹ and 1.47 g L⁻¹, respectively. When compare maximum dry weights of PBRs, the tubular PBR system was reached to 2.21-fold of FRP panel system's dry weight (Figure 6). Mean estimated dry weights of both bioreactors for 32 days long experiments, were calculated as 2.091 and 0.806 g L⁻¹ for tubular and FRP panel PBRs, respectively.

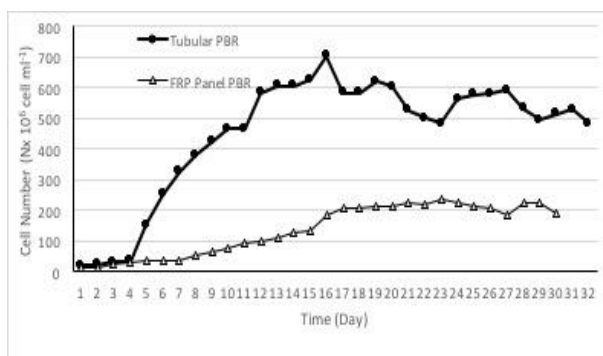


Figure 5. Cell densities of both systems

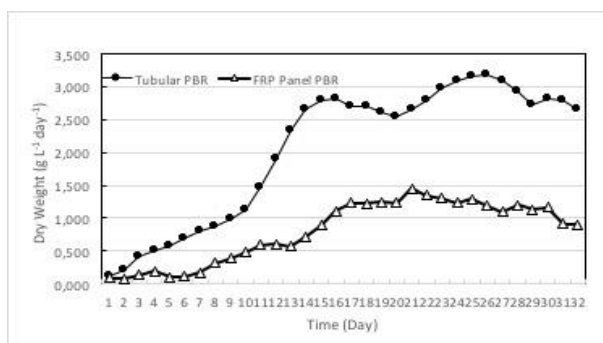


Figure 6. Estimated dry weights of both systems

DISCUSSIONS

The primary objective of producing phototrophic organisms is to provide a continuous culture with cell density. Strong irradiance often results in photodamage on several microalgae species but, if cell population density is too low even lower irradiances may cause the same effect (Qiang and Richmond, 1994). Light is an important parameter, especially in algal cultures. The angle at which the photobioreactor receives the light is important, in fact, the surface area of the material plays a significant role in the efficiency to get enough light for the algal culture. In this study, the greenhouse was possibly reduced the light intensity at the beginning and consequently, no photodamage was observed. It is important for the reactor to take sunlight in the most efficient way.

The maximum cell number of the tubular PBR system was more than 2 fold higher than FRP panel PBR's. In another study, bag cultivation of *N. oculata* was conducted (50 L) to test the effect of N sources (NO_3^- and NH_4^+) and maximum cell number was given as $5.2 \pm 0.3 \times 10^7$ cells mL^{-1} and $4.9 \pm 0.1 \times 10^7$ cells mL^{-1} , respectively (Durmaz, 2007). The harvest cell densities of *N. oculata* in the medium supplemented with 1.76 mmol N L^{-1} were 5.28×10^7 cells mL^{-1} (Huang et al., 2013). Low and Toledo (2015) reported that 80 L culture bags of *N. oculata* were harvested with an approximate concentration of $4.55 \times$

10^6 cells mL^{-1} . It is obvious that in this study, cell densities of both PBR systems higher than bag culture methods.

The total biomass yield was considerably higher than algae concentrations in open raceway ponds, which typically ranged between 0.1 and 0.5 g L^{-1} (Kumar et al., 2015; Zhu, 2015), but can reach up to 1.4 g L^{-1} (Ashokkumar et al., 2014; Ketheesan and Nirmalakhandan, 2012). This biomass yield is comparable to average biomass concentrations achieved in other PBRs such as tubular and flat plate PBRs. Higher yields were obtained as varied between 2.07-4.3 g L^{-1} for *Nannochloropsis atomus* species on horizontal PBR which operated over 165-day (Dogaris et al., 2015). In another study, it is reported that productivity of continuous culture as 2.02 and 3.03 $\text{g L}^{-1}\text{day}^{-1}$ at helical tubular PBR (Briassoulis et al., 2010) in summer with combined light conditions. That result shows that helical tubular PBR's performance was better than our FRP panel PBR's, but similar to tubular PBR's performance. It is also reported as 1.10 and 1.20 $\text{g L}^{-1}\text{day}^{-1}$ productivity for fed-batch culture at artificial light conditions (Xu et al., 2004). The maximum productivity of *Nannochloropsis* sp. in a flat-plate PBR reported as 0.51 $\text{g L}^{-1}\text{d}^{-1}$ (Hulatt et al., 2017). Tubular PBR system was yielded 3.249 g L^{-1} maximum dry weight in this study. While the yield of tubular PBR's is higher or comparable with mentioned studies, the FRP panel PBR's yield significantly lower than most of these results. Culture intensity is associated with culture depth and light intensity. This relation must be considered linearly. In this study, 4.6 cm diameter tubes were used with solar irradiation. Although the FRP panel PBR system has a 4 cm light path length, the panel system lines are in shadowing each other. This may lead to a decrease in the light efficiency ratio. The length of the light path has been taken into account in order to optimize the light intensity.

The algae biomass is affected by many parameters including light intensity, the surface area and material of the system used, and the path taken by the light in the water column.

CONCLUSION

Microalgal biotechnology takes more attention day after day by different industries. Along with its use in aquaculture, naturally produced valuable biomolecules such as fatty acids, vitamins and pigments are used in different fields more often than ever. For that reason, the capacity and efficiency of microalgae production need improvement. Although open systems like ponds let us produce a couple of microalgae species successfully, these systems limit the production of many sensitive species because of contamination risk and/or uncontrolled conditions. Also, those systems need too much space because of their low production efficiency. This leads producers to work with closed systems that allow reliable and sustainable production.

PBR systems have a significant effect on the growth rate of *N. oculata* cultivation. In tubular PBRs, this species can be

easily grown and possible to obtain maximum biomass under solar illumination.

Our results indicate that this design offers the advantage of a high surface to volume ratio, easy controlling of temperature and carbon dioxide transfer, while occupying a small ground area. In addition, totally controlled lights may ensure optimum illumination constantly to provide persistence of production, which is not possible for solar illuminated systems. However, artificial lighting causes extra costs for production. This design is used to be able to grow algae throughout the year, especially in hatchery production seasons. By doing so, the success of

breeding alternative fish species in mariculture operations may be increased.

ACKNOWLEDGEMENTS

We hereby declare that both authors worked together in this work and participated in data analyses, discussion of results, writing and revising the manuscript. No conflicts, informed consent, human or animal rights applicable. All the authors agree to their authorship and agree to the submission of the manuscript for peer review.

REFERENCES

- Ashokkumar, V., Agila, E., Sivakumar, P., Salam, Z., Rengasamy, R. & Ani, F. N. (2014). Optimization and characterization of biodiesel production from microalgae *Botryococcus* grown at semi-continuous system. *Energy Conversion and Management*, 88, 936-946. DOI: [10.1016/j.enconman.2014.09.019](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.09.019)
- Boeing, P. (2000). Larval feed alternatives. *Global Aquaculture Advocate* 3 (1):48-50
- Briassoulis, D., Panagakis, P., Chionidis, M., Tzenos, D., Lalos, A., Tsinos, C. & Jacobsen, A. (2010). An experimental helical-tubular photobioreactor for continuous production of *Nannochloropsis* sp. *Bioresource Technology*, 101(17), 6768-6777. DOI: [10.1016/j.biortech.2010.03.103](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.03.103)
- Brown, M.R., Mular, M., Miller, I., Farmer, C. & Trenerry, C. (1999). The vitamin content of microalgae used in aquaculture. *Journal of Applied Phycology*, 11(3), 247-255. DOI: [10.1023/A:1008075903578](https://doi.org/10.1023/A:1008075903578)
- Del Campo, J. A., García-González, M. & Guerrero, M.G. (2007). Outdoor cultivation of microalgae for carotenoid production: current state and perspectives. *Applied microbiology and biotechnology*, 74(6), 1163-1174. DOI: [10.1007/s00253-007-0844-9](https://doi.org/10.1007/s00253-007-0844-9)
- Dogaris, I., Welch, M., Meiser, A., Walmsley, L. & Philippidis, G. (2015). A novel horizontal photobioreactor for high-density cultivation of microalgae. *Bioresource Technology*, 198, 316-324. DOI: [10.1016/j.biortech.2015.09.030](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.09.030)
- Durmaz, Y. (2007). Vitamin E (α -tocopherol) production by the marine microalgae *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) in nitrogen limitation. *Aquaculture*, 272(1), 717-722. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2007.07.213](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.07.213)
- Durmaz, Y., Donato, M., Monteiro, M., Gouveia, L., Nunes, M. L., Gama Pereira, T., Gokpinar, S. & Bandarra, N. M. (2008). Effect of Temperature on Growth and Biochemical Composition (Sterols, α -tocopherol, Carotenoids, Fatty Acid Profiles) of the Microalga, *Isochrysis galbana*. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah*, 60(3), 188-195.
- El-Sheekh, M. M., Osman, M. E., Dyab, M. A. & Amer, M.S., (2006). Production and characterization of antimicrobial active substance from the cyanobacterium *Nostoc muscorum*. *Environmental toxicology and pharmacology*, 21(1), 42-50.
- FAO, (1996). Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. Rome.
- Guillard, R. R. & Ryther, J.H. (1962). Studies of marine planktonic diatoms: I. *Cyclotella* Nana Hustedt, and *Detonula* Confervacea (CLEVE) Gran. *Canadian Journal of Microbiology*, 8(2), 229-239. DOI: [10.1139/m62-029](https://doi.org/10.1139/m62-029)
- Hibberd, D.J., (1981). Notes on the taxonomy and nomenclature of the algal classes Eustigmatophyceae and Tribophyceae (synonym Xanthophyceae). *Botanical Journal of Linnean Society*, 82(2), 93-119. DOI: [10.1111/j.1095-8339.1981.tb00954.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1981.tb00954.x)
- Huang, X., Huang, Z., Wen, W. & Yan, J. (2013). Effects of nitrogen supplementation of the culture medium on the growth, total lipid content and fatty acid profiles of three microalgae (*Tetraselmis subcordiformis*, *Nannochloropsis oculata* and *Pavlova viridis*). *Journal of Applied Phycology*, Volume 25, Issue 1, 129-137.
- Hulatt, C.J., Wijffels, R.H., Bolla, S., & Kiron, V. (2017). Production of fatty acids and protein by *Nannochloropsis* in flat-plate photobioreactors. *PLOS ONE*, 12(1), e0170440. DOI: [10.1371/journal.pone.0170440](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170440)
- Ketheesan, B. & Nirmalakhandan, N. (2012). Feasibility of microalgal cultivation in a pilot-scale airlift-driven raceway reactor. *Bioresource Technology*, 108:196-202. DOI: [10.1016/j.biortech.2011.12.146](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.12.146)
- Kumar, K. S., Dahms, H. U., Won, E. J., Lee, J. S. & Shin, K. H. (2015). Microalgae-A promising tool for heavy metal remediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113, 329-352. DOI: [10.1016/j.ecoenv.2014.12.019](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.12.019)
- Lourenco, S., Barbarino, E., Mancini-Filho, J., Schinke, K. & Aida, E. (2002). Effect of different nitrogen sources on the growth and biochemical profile of 10 marine microalgae in batch culture: An evaluation for aquaculture. *Phycologia* 12, 249-255.
- Low, C. & Toledo, M.I. (2015). Assessment of the shelf-life of *Nannochloropsis oculata* flocculates stored at different temperatures. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(2), 315-321.
- Lubián, L.M., Montero, O., Moreno-Garrido, I., Huertas, I. E., Sobrino, C., González-del Valle, M. & Parés, G. (2000). *Nannochloropsis* (Eustigmatophyceae) as source of commercially valuable pigments. *Journal of Applied Phycology*, 12(3-5), 249-255.
- Muller-Feuga A. (2013). Microalgae for aquaculture: the current global situation and future trends. In: Richmond A, Hu Q. Eds., *Handbook of microalgal culture: Applied phycology and biotechnology*, Wiley Blackwell, Chichester, 613-627. DOI: [10.1002/9781118567166.ch33](https://doi.org/10.1002/9781118567166.ch33)
- Olaizola, M. (2003). Commercial development of microalgal biotechnology: from the test tube to the marketplace. *Biomolecular Engineering*, 20(4), 459-466.
- Otero, A., García, D. & Fábregas, J. (1997). Factors controlling eicosapentaenoic acid production in semicontinuous cultures of marine microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 9(5), 465-469. DOI: [10.1023/A:1007930804367](https://doi.org/10.1023/A:1007930804367)
- Qiang, Hu., & Richmond, A. (1994). Mikroalgae Optimizing the population density in *Isochrysis galbana* grown outdoors in a glass column photobioreactor. *Journal of Applied Phycology*, 6(4), 391-396. DOI: [10.1007/BF02182155](https://doi.org/10.1007/BF02182155)
- Renaud, S. M., Zhou, H.C., Parry, D.L., Tinh, L.V. & Woo, K. C. (1995). Effect of temperature on the growth, total lipid content and fatty acid composition of recently isolated tropical microalgae *Isochrysis* sp., *Nitzschia closterium*, *Nitzschia paleacea*, and commercial species *Isochrysis* sp. (clone T. ISO). *Journal of Applied Phycology*, 7(6), 595-602. DOI: [10.1007/BF00003948](https://doi.org/10.1007/BF00003948)
- Richmond A. (1986). Cell response to environmental factors. pp. 69-99. In: A. Richmond (ed.). *CRC Handbook of Microalgal Mass Culture*. CRC Press, Boca Raton, FL.

- Richmond, A., (2004). Principles for attaining maximal microalgal productivity in photobioreactors: an overview. *Hydrobiologia*, 512(1-3), 33-37.
DOI: [10.1023/B:HYDR.0000020365.06145.36](https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000020365.06145.36)
- Sathasivam, R., Radhakrishnan, R., Hashem, A. & Abd_Allah, E. F. (2019). Microalgae metabolites: A rich source for food and medicine. *Saudi journal of biological sciences*, 26(4), 709-722.
DOI: [10.1016/j.sjbs.2017.11.003](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.11.003)
- Sukenik, A., Zmora, O. & Carmeli, Y. (1993). Biochemical quality of marine unicellular algae with special emphasis on lipid composition. II. *Nannochloropsis* sp. *Aquaculture*, 117(3-4), 313-326.
DOI: [10.1016/0044-8486\(93\)90328-V](https://doi.org/10.1016/0044-8486(93)90328-V)
- Thompson, P. A., Guo, M. X. & Harrison, P.J. (1992). Effects of variation in temperature. I. On the biochemical composition of eight species of marine phytoplankton. *Journal of Phycology*, 28(4), 481-488.
DOI: [10.1111/j.0022-3646.1992.00481.x](https://doi.org/10.1111/j.0022-3646.1992.00481.x)
- Vismara, R., Vestri, S., Kusmic, C., Barsanti, L. & Gualtieri, P. (2003). Natural vitamin E enrichment of *Artemia salina* fed freshwater and marine microalgae. *Journal of Applied Phycology*, 15(1), 75-80.
DOI: [10.1023/A:1022942705496](https://doi.org/10.1023/A:1022942705496)
- Xu, F., Hu, H. H., Cong, W., Cai, Z. L. & Ouyang, F. (2004). Growth characteristics and eicosapentaenoic acid production by *Nannochloropsis* sp. in mixotrophic conditions. *Biotechnology Letters*, 26(1), 51-53.
DOI: [10.1023/B:BILE.0000009460.81267.cc](https://doi.org/10.1023/B:BILE.0000009460.81267.cc)
- Zhu, L. (2015). Biorefinery as a promising approach to promote microalgae industry: An innovative framework. *Renewable Sustainable Energy Review*, 41, 1376-1384. DOI: [10.1016/j.rser.2014.09.040](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.040)
- Zou, N. & Richmond, A. (1999). Effect of light-path length in outdoor fiat plate reactors on output rate of cell mass and of EPA in *Nannochloropsis* sp. In *Progress in Industrial Microbiology*, Vol. 35, 351-356.
DOI: [10.1016/S0079-6352\(99\)80127-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6352(99)80127-1)

Bakırçay Nehri (Kuzey Ege, Türkiye) balık faunası

Fish fauna of Bakırçay Stream (North Eagean, Turkey)

Ali İlhan^{1*} • Hasan M. Sarı² • Irmak Kurtul³

¹Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova/İzmir

<https://orcid.org/0000-0002-7666-1804>

²Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova/İzmir

<https://orcid.org/0000-0003-1000-514X>

³Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, İçsular Biyolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova/İzmir

<https://orcid.org/0000-0002-3366-9172>

Corresponding author: alihan73@gmail.com

Received date: 14.02.2020

Accepted date: 13.05.2020

How to cite this paper:

İlhan, A., Sarı, H.M. & Kurtul, I. (2020). Fish fauna of Bakırçay Stream (North Eagean, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 309-312. DOI: 10.12714/egejfas.37.3.14

Öz: Bakırçay Nehri'nin güncel balık faunasının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma, 2017 ve 2018 yılları içerisinde mevsimlik periyotlarda gerçekleştirilmiştir. Nehrin kaynağını oluşturan küçük derelerden mansap bölgesine kadar 11 lotik ve 4 lentik olmak üzere 15 farklı lokasyonda örnekleme yapılmıştır. Örnekleme, lotik habitatlarda "Samus 725 G" model elektroşoker, lentik habitatlarda ise "TS EN 14757 Su Kalitesi" kriterine uygun standart ağlar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, Anguillidae, Atherinidae, Cobitidae, Cyprinidae, Nemacheilidae, Poeciliidae ve Gobiidae olmak üzere 7 familyadan 17 taksonun varlığı belirlenmiştir. Akarsu bünyesinde daha önce bildirimi yapılmış olan Mugilidae familyası türleri ile *Salaria pavo* türü çalışmamızda elde edilememiştir. Ancak, önceki çalışmalarda yer almayan *Atherina boyeri*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Oxynemacheilus teophilii*, *Gambusia holbrooki* ve *Knipowitschia caucasica* olmak üzere 6 türün varlığı ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir. Nehir havzasında, tür çeşitliliği açısından Cyprinidae familyası 11 takson ile ilk sırada yer almaktadır. Anguillidae, Atherinidae, Cobitidae, Nemacheilidae, Poeciliidae ve Gobiidae familyaları ise birer takson ile temsil edilmektedir. Nehrin biyoçeşitliliğinin korunması ve balıkçılık faaliyetlerinin etkin şekilde sürdürülebilmesi bakımından öncelikle, kirlilik kaynaklarının ve havzanın doğal balık faunası için olumsuz etkileri olabilecek egzotik balık türlerinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Ayrıca, yerel yönetimler ile yöre halkının sucul ortamların önemi ve korunması yönünde bilgilendirilmeleri için etkinlikler düzenlenmesi de yararlı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Bakırçay, ihtiyofauna, dağılım, biyoçeşitlilik

Abstract: This study was carried out to determine the current fish fauna of Bakırçay River in seasonal periods between 2017 and 2018. Sampling was carried out in 15 different locations, 11 lotic and 4 lentic location from the small streams of source of the river to the downstream region. The sampling was performed with "Samus 725 G" model electroshock in lotic habitats; with standard fishing-nets which was "TS EN 14757 Water Quality" in lentic habitats. As a result of the study, the presence of 17 taxa from 7 families including Anguillidae, Atherinidae, Cobitidae, Cyprinidae, Nemacheilidae, Poeciliidae and Gobiidae were determined. Mugilidae family members and *Salaria pavo* species, which were previously reported within the stream, were not obtained in our study. However, the presence of 6 species, namely *Atherina boyeri*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Oxynemacheilus teophilii*, *Gambusia holbrooki* and *Knipowitschia caucasica* species were found in this study for the first time. Cyprinidae family with 11 taxa was the biggest family in terms of species diversity in the river basin. Anguillidae, Atherinidae, Cobitidae, Nemacheilidae, Poeciliidae and Gobiidae families are represented by one taxon. In order to protect the river's biodiversity and to maintain fishing activities effectively, the pollution sources should be overcome firstly. In order to protect the biodiversity of the river and to maintain fishing activities effectively, first of all, pollution sources and exotic fish species that may have negative effects on the natural fish fauna of the basin should be bring under control. In addition, it will also be useful to organize events to inform local governments and community about the importance and protection of aquatic environments.

Keywords: Bakırçay Stream, ichthyofauna, distribution, biodiversity

GİRİŞ

Yerküre üzerinde yer alan sucul ortamlar içme suyu, temizlik, tarım ve enerji eldesi gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmasının yanı sıra bünyesinde barındırdıkları bitkisel ve hayvansal organizmalar açısından da insanoğlu için çok önemlidir. Günümüzde aşırı hızla artan insan nüfusu teknolojik gelişmelerin hızıyla birleşince 21. yüzyıl toplumlarında temel yaşam kaynakları olan toprak ve suyun paylaşımı her geçen gün çözümü daha da zorlaşan bir problem yumağına dönüşmektedir.

Nüfus artışı ile paralel olarak gıda tüketiminin yanı sıra, su kaynakları ve çevre tahribatı da çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayıdır ki, sucul ortamların korunması günümüzde çok daha önemli hale gelmiştir. Bir ortamı korumak için de öncelikle yapılması gereken o ortamın tanınması, her yönüyle iyi bilinmesidir. Ayrıca, son yıllarda içsu kaynaklarımız istilacı karakterli balık türlerinin ciddi tehdidi altında bulunmaktadır. Doğal fauna üzerinde olumsuz etkileri

oldukça fazla olan istilacı türlerin havzadaki dağılımının bilinmesi de koruma çalışmaları için oldukça önemlidir.

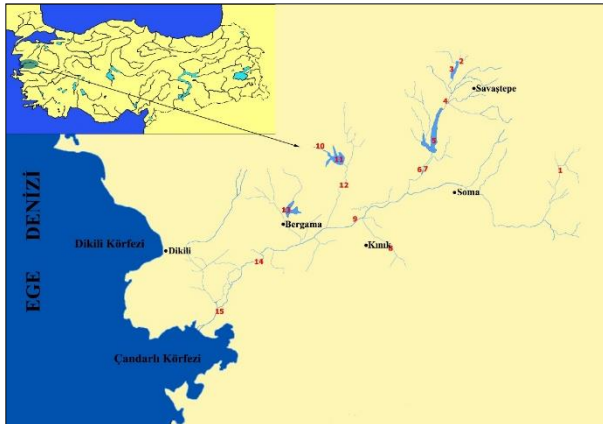
Kuzey Ege havzasında yer alan Bakırçay Nehri'nin kaynağını, Kocadağ eteklerinden doğan Gelenbe Deresi oluşturur. Kınık yakınlarında Yağcılı Dere ile birleşerek, İzmir'in kuzeyinde yer alan Çandarlı Körfezi'ne dökülmektedir. Nehrin farklı kollarında 5 baraj gölü bulunmaktadır.

Bakırçay'ın balık faunası ile ilgili olarak ilk bilgiler, Balık (1974)'a aittir. Daha sonra, Balık vd. (1999) ile Kuru vd. (2001)'nin yaptıkları çalışmada havzanın balıklarına değinilmiştir. Ayrıca, Ekmekçi ve Kırankaya (2006)'nın havzadaki *Pseudorasbora parva*'nın dağılımı, Özuluğ ve Freyhof (2007)'un da *Alburnus attalus*'un yeni tür olarak tanımlaması çalışmaları mevcuttur.

Bu çalışma ile, Bakırçay Nehri'nin güncel balık faunasının ve yoğunluklarının ortaya çıkarılarak, mevcut biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bakırçay Nehri'nin balık faunasının tespiti amacıyla 2017 ve 2018 yıllarında 11 lotik ve 4 lentik olmak üzere 15 istasyonda örnekleme yapılmıştır (Şekil 1). Mevsimlik periyotlarda gerçekleştirilen örneklemler, sonbahar (16-19 Ekim 2017), kış (22-24 Ocak 2018), ilkbahar (17-19 Nisan 2018) ve yaz (24-26 Temmuz 2018) sırasıyla gerçekleştirilmiştir. Balık örneklemelerinde, lotik habitatlarda "Samus 725 G" model elektroşoker, lentik habitatlarda ise "TS EN 14757 Su Kalitesi" kriterine uygun standart ağılar kullanılmıştır. Yakalanan balıklar fotoğraflandıktan sonra yüksek dozda fenoksietanol (1 ml/L) ile ötenazi yapılarak, % 4'lük formaldehit ile tespit edilmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerin tür düzeyinde teşhisleri yapılmıştır. Teşhisleri yapılan örnekler etiketlenerek, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Müzesi (ESFM) İçsu balıkları seksiyonunda kayıt altına alınmıştır.



Şekil 1. Bakırçay Nehri üzerinde örnekleme yapılan lokasyonlar
Figure 1. Sampled locations on Bakırçay River

Balıkların tür teşhislerinde, Erkakan vd. 1999, Geldiay ve Balık 2007, Kuru 1980, Miller 1986, Kottelat ve Freyhof 2007, Turan vd. 2008, Özuluğ ve Freyhof 2007 ve 2011 gibi çeşitli kaynaklardan yararlanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmada, Anguillidae, Atherinidae, Cobitidae, Cyprinidae, Nemacheilidae, Poecilidae ve Gobiidae olmak üzere 7 familyadan 17 takson belirlenmiştir.

- Phylum : CHORDATA
Subphylum : VERTEBRATA
Classis : OSTEICHTHYES
Ordo : ANGUILLIFORMES
Familia : Anguillidae
Anguilla anguilla (LINNAEUS, 1758) (Avrupa yılan balığı)
Ordo : ATHERINIFORMES
Familia : Atherinidae
Atherina boyeri RISSO, 1810 (Gümüş balığı)
Ordo : CYPRINIFORMES
Familia : Cobitidae
Cobitis fahirae Erk'akan, ATALAY-EKMEKÇİ & NALBANT, 1998 (Taşyiyen)
Familia : Cyprinidae
Alburnus attalus ÖZULUĞ & FREYHOF, 2007 (İnci balığı)
Barbus pergamonensis KARAMAN, 1971 (Bergama bıyıklısı)
Cyprinus carpio LINNAEUS, 1758 (Sazan)
Carassius gibelio (BLOCH, 1782) (Gümüşü havuz balığı)
Chondrostoma holmwoodii (BOULENGER, 1896) (Kababurun balığı)
Capoeta bergamae KARAMAN, 1969 (Bergama Siraz balığı)
Luciobarbus lydianus (BOULENGER, 1896) (Bıyıklı balık)
Pseudorasbora parva (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1846) (Çizgili sazancık)
Petroleuciscus borysthenicus (KESSLER, 1859) (Tatlısu kefali)
Rhodeus amarus (BLOCH, 1782) (Acıbalık)
Squalius fellowesii (GUNTHER, 1868) (Tatlısu kefali)
Familia : Nemacheilidae
Oxynoemacheilus theophilii STOUIMBOUDI, KOTTELAT & BARBIERI, 2006 (Çöpçü balığı)
Ordo : CYPRINODONTIFORMES
Familia : Poecilidae
Gambusia holbrooki (BAIRD & GIRARD, 1853) (Sivrisinek balığı)
Ordo : GOBIIFORMES
Familia : Gobiidae
Knipowitschia caucasica (BERG 1916) (Tatlısu kaya balığı)

Akarsu havzasında, Cyprinidae familyası 11 takson ile tür çeşitliliği açısından ilk sırada yer almaktadır. Anguillidae, Atherinidae, Cobitidae, Nemacheilidae, Poecilidae ve Gobiidae familyaları ise 1'er takson ile temsil edilmektedir. Akarsu havzasındaki 4 baraj gölü ile birlikte toplam 15 lokasyonda

yapılan çalışma sonucunda, Cyprinidae familyasından, *Alburnus attalus* 12, *Squalius fellowesii* ve *Rhodeus amarus* 10'ar, Cobitidae familyasından, *Cobitis fahirae* 11 lokasyon ile en fazla rastlanan türler olmuştur. *Cyprinus carpio*, *Gambusia holbrooki*, *Atherina boyeri* ve *Knipowitschia caucasica* türlerine ise sadece birer lokasyonda rastlanmıştır.

Elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, *Squalius fellowesii* (%27,64), *Oxyinoemacheilus teophilii* (%14,08), *Petroleuciscus borysthenticus* (%13,32) ve *Pseudorasbora parva* (%12,12) akarsu havzasında birey yoğunluğu en fazla olan türlerdir. Akarsu bünyesinde en az rastlanan türler ise *Cyprinus carpio*, *Knipowitschia caucasica*, *Gambusia holbrooki*, *Luciobarbus lydianus* ve *Anguilla anguilla* türleridir (Tablo 1).

Bakırçay Nehri istasyonları tür çeşitliliği açısından karşılaştırıldığında, en zengin lokasyonlar 11'er türün tespit

edildiği Yağcılı Deresi (ist. 6) ve nehrin denize dökülmeden önceki son örnekleme noktası olan nehir anakolu (ist. 15) olmuşken, Büyükdere-Yağcılı Dere birleşimi (ist. 4) ve İlyasdere (ist. 12) de 9'ar türle tür çeşitliliği açısından ikinci sırada yer almaktadır. Tür çeşitliliğinin en az olduğu lokasyonlar ise 2 tür ile Çaltıkoru Baraj Gölü (ist. 11), 3 tür ile Sevişler Baraj Gölü (ist. 5) ve 4 tür ile Sarıbeyler Baraj Gölü (ist. 3) olmuştur (Tablo 1).

İstasyonlardaki birey yoğunlukları değerlendirildiğinde, tür çeşitliliği ile paralel olarak Büyükdere-Yağcılı Dere birleşimi (ist. 4), Yağcılı Deresi (ist. 6) ve İlyasdere (ist. 12), en yüksek yoğunluğa sahip lokasyonlar olarak göze çarpmaktadır. Çaltıkoru Baraj Gölü (ist. 11), nehir anakolu (ist. 7) ve Sevişler Baraj Gölü (ist. 5) lokasyonları ise en düşük birey yoğunluğuna sahip lokasyonlardır (Tablo 1).

Tablo 1. Balık türlerinin istasyonlara göre dağılımları

Table 1. Distribution of fish species by stations

Familia	Türler	KLLK	İstasyonlar															TBS	TBS%
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Anguillidae	<i>A. anguilla</i>	EN	---	---	---	---	---	6	---	---	---	---	---	1	---	---	1	8	0,23
Atherinidae	<i>A. boyeri</i>	LC	---	---	---	---	15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	15	0,44
Cobitidae	<i>C. fahirae</i>	LC	11	7	1	37	---	21	---	2	8	5	---	90	---	6	1	189	5,53
	<i>A. attalus</i>	EN	1	25	31	22	---	31	---	2	4	14	---	4	1	2	1	138	4,04
Cyprinidae	<i>B. pergamonensis</i>	LC	21	12	---	76	---	---	---	---	3	12	---	1	---	5	---	130	3,81
	<i>C. bergamae</i>	NT	---	---	---	2	---	3	---	10	2	5	---	---	---	---	1	23	0,67
	<i>C. carpio</i>	VU	---	---	1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	0,03
	<i>C. gibello</i>	---	---	---	---	---	---	16	---	---	---	---	3	---	37	---	6	62	1,82
	<i>C. holmwoodii</i>	VU	---	95	---	102	---	26	---	4	19	1	---	---	---	2	6	255	7,47
	<i>L. lydianus</i>	LC	---	---	---	---	---	1	1	---	---	---	---	3	---	---	2	7	0,20
	<i>P. borysthenticus</i>	LC	---	---	---	10	---	291	64	---	41	---	1	39	---	6	3	455	13,32
Gobiidae	<i>P. parva</i>	LC	---	5	311	---	77	2	1	---	---	---	---	---	17	1	---	414	12,12
	<i>R. amarus</i>	LC	76	---	---	44	1	11	1	1	---	---	---	10	33	47	65	289	8,46
	<i>S. fellowesii</i>	LC	181	93	---	158	---	34	---	113	82	47	---	103	39	94	---	944	27,64
	<i>K. caucasica</i>	LC	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1	1	0,03
Nemacheilidae	<i>O. teophilii</i>	LC	12	44	---	123	---	28	---	112	---	39	---	123	---	---	---	481	14,08
Poecilidae	<i>G. holbrooki</i>	LC	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3	3	0,09	

* KLLK: Kırmızı Liste (IUCN Red List) Kategorisi (EN: Endangered, LC: Least Concern, NT: Near Threatened, VU: Vulnerable,), TBS: Toplam birey sayısı, ---: birey tespit edilememiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda Bakırçay Nehri'nin güncel balık faunasında 7 familyaya ait 17 tür tespit edilmiştir. Akarsu havzasının balık faunası ile ilgili olarak; Balık (1974), *Anguilla anguilla*, *Barbus capito pectoralis*, *Blennius pavo*, *Capoeta capoeta bergamae*, *Chalcalburnus chalcoides derjugini*, *Chondrostoma nasus vardarensis*, *Leuciscus cephalus* ve *Rhodeus sericeus amarus* olmak üzere 3 familyadan 8 takson, Balık vd. (1999), *Anguilla anguilla*, *Barbus capito pectoralis*, *Capoeta capoeta bergamae*, *Chondrostoma nasus*, *Leuciscus cephalus*, *Liza aurata*, *Liza ramada* ve *Mugil cephalus* olmak üzere 3 familyadan 8 takson, Kuru vd. (2001), *Anguilla anguilla*, *Barbus capito pectoralis*, *Capoeta capoeta bergamae*, *Chalcalburnus chalcoides*, *Chondrostoma holmwoodii*, *Leuciscus cephalus*, *Rhodeus amarus*, *Liza aurata*, *Liza ramada*, *Mugil cephalus* ve *Salaria pavo* olmak üzere 5 familyadan 12 taksonun varlığı bildirilmiştir. Ayrıca, havzada

yer alan Yortanlı baraj gölünden *Pseudorasbora parva* türünün varlığı bildirilmiştir (Ekmekçi ve Kırankaya, 2006). Bu çalışmaların yanı sıra akarsu havzasından, Özuluğ ve Freyhof (2007), tarafından yeni bir balık türü olarak *Alburnus attalus* tanımlanmıştır.

Daha önce bildiri yapılmış olan Mugilidae familyası türleri (*Liza aurata*, *Liza ramada* ve *Mugil cephalus*) ile *Salaria pavo* türü çalışmamızda elde edilememiştir. Söz konusu türlerin tamamının denizel kökenli olup, iki ortam arasında göç eden balıklardan olmasının yanısıra, kullanılan örnekleme yöntemi ve gereçlerinin farklılığı ile örnekleme zamanı da tespit edilememiş nedenleri olarak sıralanabilir. Diğer taraftan, önceki çalışmalarda havzadan bildiri yapılmamış olan *Atherina boyeri*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Oxyne-macheilus teophilii*, *Gambusia holbrooki* ve *Knipowitschia caucasica* türleri akarsu havzasında ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir. Bu türlerin daha önce tespit edilememiş olması da kullanılan örnekleme yöntemlerinin farklılığından kaynaklanabileceği gibi,

Atherina boyeri ve *Carassius gibelio* gibi istilacı egzotik türlerin taşınması ihtimali ile de açıklanabilir.

Bakırçay Nehri havzasında, [Gündoğdu ve Turhan \(2004\)](#), Bakırçay'daki kirliliğin yoğun olarak Soma Termik Santrali proses ve soğutma sularından, evsel atıklardan, sanayi işletmelerinden, madencilik ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklandığı, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği [Tablo 1'e](#) göre 4. sınıf su kalitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. [Kaymakçı Başaran \(2004\)](#)'e göre, Bakırçay Nehri su kalitesi için en önemli tehditlerden biri Soma Termik Santralinin varlığıdır. Ayrıca, bölgede yer alan sanayi kuruluşları ve zeytinyağı işletmelerinin atık sularının arıtılmadan nehre boşaltılması, tarım alanlarında kullanılan gübre ve ilaçların artışı da akarsudaki kirlilik yükünün artmasına neden olmaktadır. [Tomar \(2009\)](#)'a göre ise, evsel, endüstriyel ve tarımsal kirliliğin yanı sıra maden alanlarının neden olduğu yaygın kirlilik söz konusudur. Havzada yapılmış bu çalışmalar ışığında balık faunası için en önemli baskı unsurunun kirlilik olduğu söylenebilir. Ayrıca, Sevişler ve Kestel baraj göllerinde ağ kafeslerde Gökkuşluğu *(Oncorhynchus mykiss)*

yetiştiriciliği yapılmakta, bunun dışında da *Carassius gibelio*, *Pseudorasbora parva* ve *Atherina boyeri* gibi egzotik istilacı türlerin havza sularına taşındığı görülmektedir. Söz konusu egzotik türlerin varlığının da doğal fauna açısından olumsuz etkilerinin olması kaçınılmazdır. Bakırçay Nehri balık biyoçeşitliliğinin korunması ve balıkçılık faaliyetlerinin etkin şekilde sürdürülebilmesi bakımından öncelikle, kirlilik kaynaklarının önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, havzanın doğal balık faunası için olumsuz etkileri olabilecek egzotik balık türlerinin ortamda baskın hale gelmeleri engellenmelidir. Yerel yönetimlerin ve yöre halkının, su ve sucul ortamların önemi ve korunması hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Bu amaçla, eğitim, sergi, yarışma vb. etkinlikler düzenlenerek halkın konuya ilgisi artırılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 16/SÜF/038 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Balık, S. (1974). Batı Anadolu Tatlısu Balıklarının Taksonomisi ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Genel Zooloji Kürsüsü, Doktora Tezi, 109 s.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R. & Sarı, H.M. (1999). Kuzey Ege bölgesindeki akarsuların faunası üzerine ilk gözlemler. *Su Ürünleri Dergisi*, 16(3-4): 289-299.
- Ekmekçi, F.G. & Kırıkaya, Ş.G. (2006). Distribution of an Invasive Fish Species, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 329-334.
- Erkakan, F., Atalay-Ekmekçi, F.G. & Nalbant, T.T. (1999). A review of the genus *Cobitis* in Turkey (Pisces: Ostariophysi: Cobitidae). *Hydrobiologia*, 403: 13-26, 1999. DOI: [10.1023/A:1003794726444](https://doi.org/10.1023/A:1003794726444)
- Geldiay, R. & Balık, S. (2007). Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları no: 46 Ders Kitabı Dizini no: 16 Bornova-İzmir, 644 s.
- Gündoğdu, V. & Turhan, D. (2004). Bakırçay Havzası Kirlilik Etüdü Çalışması. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi *Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (3): 65-83.
- Kaymakçı Başaran, A. (2004). Bakırçay Deltası Kirlilik Parametreleri ve Çandarlı Körfezi ile Olan Etkileşimi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi) 175 s.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland. 646 p.
- Kuru, M. (1980). Key to Inland Water Fishes of Turkey. Hacettepe *Bulletin of Natural Sciences and Engineering*, 9, 103-133.
- Kuru, M., Balık, S., Ustaoglu, M. R., Ünlü, E., Taşkavak, E., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H. M., Küçük, F., Kutrup, B. & Hamalosoğlu, M. (2001). Türkiye'de Bulunan Sulak Alanların Ramsar Sözleşmesi Balık Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi. T.C. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Md. Projesi, Kesin Rapor, 289 s., Ankara.
- Miller, P. J. (1986). Gobiidae. In: Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E., Eds. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Vol. III, Paris, 1019-1085. DOI: [10.2307/1444931](https://doi.org/10.2307/1444931)
- 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. & Freyhof, J. (2011). Revision of the genus *Squalius* in Western and Central Anatolia, with description of four new species (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 22 (2): 107-148.
- Tomar, A. (2009). Toprak ve Su Kirliliği ve Su Havzalarının Korunması. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-10 Ocak 2009, 333-345.
- Turan, D., Ekmekçi, F.G., İlhan, A. & Engin, S. (2008). *Luciobarbus kottelati*, a new species of barbel (Teleostei: Cyprinidae) from the Büyük Menderes River, Turkey, with rediagnose of *L. lydianus*. *Zootaxa*, 1824: 35-44. DOI: [10.11646/zootaxa.1824.1.4](https://doi.org/10.11646/zootaxa.1824.1.4)

Occurrence of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the coast of Aegean Sea (Turkey): The northernmost dispersal record

Ege Denizi kıyılarında aslan balığının *Pterois miles* (Bennett, 1828) bulunuşu: En kuzey kaydı

Aytaç Özgül

Ege University, Faculty of Fisheries, 35100 İzmir-Turkey

 <https://orcid.org/0000-0001-7706-9012>

aytac.ozgul@ege.edu.tr

Received date: 27.11.2019

Accepted date: 20.01.2020

How to cite this paper:

Özgül, A. (2020). Occurrence of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the coast of Aegean Sea (Turkey): The northernmost dispersal record. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 313-317. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.15](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.15)

Abstract: *Pterois miles* (Bennett, 1828) is one of the worst aquatic invaders in history and its rapid dispersal in the Mediterranean Sea raise serious concerns for local communities. On August 2019, one specimen was caught by spear-fisher at depths of 15 m in Kokar Bay of Aegean Sea, Turkey. This occurrence represents the northernmost record of the species in the Aegean Sea.

Keywords: *Pterois miles*, devil firefish, alien species, Aegean Sea

Öz: *Pterois miles* (Bennett, 1828), tarihin en kötü istilacı türlerinden biridir ve Akdeniz'deki hızlı dağılımı yerel topluluklar için ciddi kaygılar doğurmaktadır. Ağustos 2019 tarihinde bir birey Ege Denizi'nde Kokar Koyu'nda bir zıpkıncı tarafından 15 m derinlikte yakalanmıştır. Bu kayıt, günümüze kadar türün Ege Denizi'ndeki en kuzey kaydını temsil etmektedir.

Anahtar kelimeler: *Pterois miles*, aslan balığı, yabancı türler, Ege Denizi

INTRODUCTION

The number of alien species becoming major invasive threat has been increasing in the Aegean Sea remarkably. A potentially destructive Indo-Pacific species, *Pterois miles* (Bennett, 1828), have recently been introduced to the Mediterranean, which may unfavorably affect not only the structure and function of local ecosystems but also the socio-economy, fishery, biodiversity and also even human health (Bilecenoğlu, 2018). *P. miles* is a species commonly found in the Indian Ocean and Red Sea (Froese and Pauly, 2019). They are usually found in reef fish communities (Green and Côté, 2009) and commonly found in water depths from 25 to 85 m on hard bottom, coral reefs and artificial substrate, sometimes found under ledges and hiding in crevices (Hare and Whitfield, 2003). They invade the Mediterranean from the Red Sea via the Suez Canal (Golani and Sonin, 1992).

Lionfish *P. miles* was recorded for the first time from the Mediterranean Sea at Haifa Bay in 1991 (Golani and Sonin, 1992), and later lionfish *P. miles* were reported from Lebanon coast (Bariche et al. 2013) and Cyprus coast (Evrpidou, 2013) and then sighted in Turkey (Turan et al., 2014), Rhodes in Greece (Crocetta et al., 2015). Recently, several records were reported from the southern coast of Turkey indicating a westerly migration of the species towards the Aegean Sea

(Bilge et al., 2016; Yağlıoğlu and Ayaş, 2016; Turan et al., 2017). First observation of *P. miles* from the Aegean Sea was reported from Fethiye Bay in July 2015 and Dalyan coast in August 2015 (Turan and Öztürk, 2015). Nowadays it also reported in Lebanon (Azzurro et al., 2017), Cyprus (Jimenez et al., 2016), Greece (Crocetta et al., 2015; Dailianis et al., 2016), Tunisia (Azzurro et al., 2017; Karachle et al., 2017), Libya (Mabruk and Rizgala, 2019) and also Italy (Azzurro et al., 2017). And over the last years, the species has expanded towards the northeast Aegean Sea. Up to the present, a northernmost occurrence of the species from the Didim coast off Turkey (Yapıcı, 2018). This ichthyologic note presents the northernmost record, updating our present knowledge on the distribution of Lessepsian *P. miles* for the Aegean Sea.

MATERIAL AND METHODS

On 26 August 2019, a specimen of *P. miles* was captured by a spearfisher from Kokar Bay-İzmir at depth of 15 m on rocky bottoms. The specimen was having a total length (TL) of 144 mm captured at 38.13520 N and 26.60980 E (Figure 1). The water temperature was 20.5°C. The specimen was identified based on the description provided by Golani et al. (2006). Fish were preserved in 10% buffered formalin and

deposited in the Ichthyological Collection of Ege University, Fisheries Faculty, under catalog numbers ESFM-PIS/2019-003.

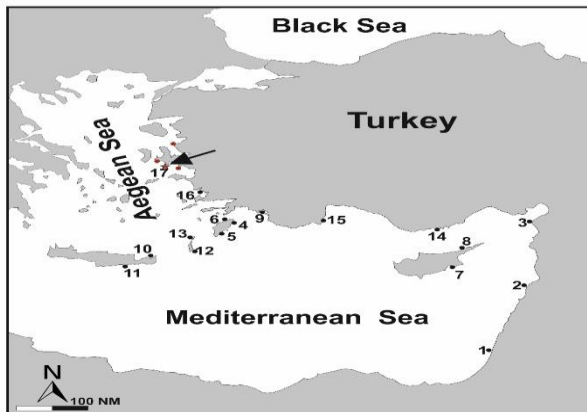


Figure 1. The distribution of *P. miles* occurrences in the Mediterranean Sea and, towards on the Aegean Sea (Red points indicated that underwater observation from spearfisher (Gökay Gülhep personal comm.)

Behind the tows, individuals were preserved in a plastic case with ice, then delivered to the laboratory, immediately. The total length, total weight, otolith length, otolith width and otolith weight of *L. friesii* (n=213), *A. kessleri* (n=164), *G. biscayensis* (n=50), *S. solea* (n=25), *L. boscii* (n=17), *L. budegassa* (n=15) and *U. scaber* (n=13) were measured. Total length (TL) and weight measurements were conducted in the laboratory to the nearest 0.1 cm and 0.01g, respectively. The otoliths (sagittae) were removed and measured under stereoscopic microscope to the nearest 0.1 mm (TL). The weight of otoliths (OW) were measured with 0.0001 g digital analytical balance precision scale. Lengths of sagittae (OL) were recorded as the greatest distance measured from the anterior tip to the posterior edge, parallel to the sulcus. The width of sagitta (OWi) was determined by considering the greatest distance from the dorsal otolith edge to the ventral one, perpendicular to the sulcus (Harvey et al., 2000) (Figure 2).



Figure 2. *Pterois miles* captured off the Kokar Bay in the Aegean Sea

RESULTS

The captured specimen was 144 mm in total length, its total body weight was 38.8 g (Table 1). It was identified as a *P. miles* based on a combination of morphological characters, morphometric measurements, meristic counts and colour, which were in total agreement with previous descriptions of the species by Golani and Sonin (1992). It was measured to the nearest millimeter, and some morphometric measurements were indicated in Table 1.

DISCUSSION

The presence of *P. miles* in the Aegean Sea was first reported in 2015 in Rhodes (Crocetta et al., 2015), Fethiye and Dalyan (Turan and Öztürk, 2015). It has been emphasized by many authors that the temperature of seawaters will rise northward in the following years (Poursanidis, 2015; Giovos et

al., 2018). This study supports the accuracy of these ideas. *P. miles* is expected to be detected further north in the coming years. It is reported by the spearfisher that lionfish are sight and caught further north from the area where the fish in this study was caught (Gökay Gülhep, pers.comm.). According to spearfisher *P. miles* also has been sighted in Kokay Bay (18 m; September 2019), Sığacık Bay (17 m, September 2019) and also Foça (15 m, October 2018). These observations also indicate that *P. miles* are successfully and rapidly expanding from the Mediterranean coasts northward to the Aegean Sea. Its extension may be determined by sea temperature (Turan et al., 2016). In recent years, the increase in the distribution towards the northern Aegean Sea, and the records of smallest individuals indicate that it has strengthened the spread and started to be one of the established species. *P. miles* get high scores in risk analysis studies on lespian species on outhwestern coasts of Turkey (Filiz et al., 2017; Bilge et al., 2019).

These studies drawn attention to the speed and seriousness of the invasion.

Table 1. Morphometric measurements in mm and as percentages of total length (%TL), standard length (%SL) meristic counts and weight in grams recorded in the specimen of *Pterois miles* from the Aegean Sea

Morphometric measurements	mm	TL%
Total length	144	100.0
Standard length	106	73.6
Barbel length	17	11.8
Head length	36	25.0
Body depth	38	26.4
Dorsal fin rays	10 + XIII	
Pelvic fin rays	5 + I	
Anal fin rays	6 + III	
Pectoral fin rays	14	
Caudal fin rays	15 + II	
Total weight (grams)	38.8	

Mediterranean seawater temperatures are steadily increasing, and alien species are spreading, causing community shifts and tropicalization (Lejeusne et al., 2010; Montefalcone et al., 2015) There are now >1000 alien species in the Mediterranean and the majority are thermophilic species that have entered the eastern basin through the Suez Canal (Katsanevakis et al., 2014). Recent enlargement of this canal

coupled with sea surface warming is raising concerns that this problem will get worse. *P. miles* has been considered highly temperature-dependent (Dabruzzi et al., 2017), according to Kimball et al. (2004) *P. miles* unable to survive below 10°C. However, Özgür-Özbek et al. (2017) reported that the *P. miles* continued feeding in low winter temperature (14.9°C) in the Mediterranean Sea. Although most recordings were obtained in the summer, seawater temperatures ranged from 14.3°C to 29.0°C (Yapıcı, 2018). In this study, the individual was observed in the period when the water temperature was high. Nonetheless, the more widespread colonization of the Mediterranean and Aegean region by *P. miles* seems no temperature-dependent. Further studies should focus on the interaction between lionfishes and seasonal water temperature variation in order to better understand whether temperature.

Lionfish are usually distributed in tropical marine waters, and have been found on hard bottoms, mangroves, sea grass, coral, and artificial reef communities (Gomez et al., 2013). In their original habitats, they occur along coral reefs and rocky shores down to depth of 50 m (Froese and Pauly, 2019). All records from various parts of the Mediterranean Sea report this species generally from depths of 2-110 m (Bariche et al., 2013; Oray et al., 2015; Kletou et al., 2016; Bilge et al., 2017; Yapıcı, 2018). Characteristics such as location, date, total length, observation method, habitat type and depth were obtained from peer-viewed publications to examine the journey of the species in the Mediterranean Sea (Figure 2; Table.2).

Table 2. The journey of *P. miles* from the Mediterranean Sea to the Aegean Sea (The number in front of each locality was shown in Figure 2)

No	Location	Coordinates	Length Range (TL mm)	Habitat	Depth (m)	Observation Method	Reference
1	Herzliya, Israel	-	328	-	35	Trawl	Golani & Sonin, 1992
2	Al Minie, Lebanon	34.29N 35.54E	209	Coralligenous	30	Gill net	Bariche et al., 2013
3	İskenderun, Turkey	36.17N 35.46E	276	Rocky bottom	25	-	Turan et al., 2014
4	Rhodes, Greece	36.38N 28.24E	-	Rocky bottom	7	Diving	Crocetta et al., 2015
5	Rhodes, Greece	35.91N 27.85E	-	Shipwreck	-	Diving	Crocetta et al., 2015
6	Rhodes, Greece	36.45N 28.21E	-	Rocky bottom	2	Diving	Crocetta et al., 2015
7	Ormidia, Cyprus	-	170	-	10	Gill net	Iglesias & Frotte, 2015
8	Karpas, Cyprus	-	373	Rocky bottom	40	Gill net	Oray et al., 2015
9	Dalyan, Turkey	-	-	Sandy bottom	11	Diving	Turan & Öztürk, 2015
10	NE Crete, Greece	35.20N 26.30E	250	Rocky bottom	33	Gill net	Daillianis et al., 2016
11	SE Crete, Greece	35.01N 25.96E	100	Rocky bottom	12-37	-	Daillianis et al., 2016
12	Karpathos Island, Greece	35.55N 27.20E	100	Rocky bottom	17	Diving	Mytilineou et al., 2016
13	Karpathos Island, Greece	35.50N 27.22E	200	Rocky bottom	16	Diving	Mytilineou et al., 2016
14	Mersin, Turkey	36.08N-33.40E	250	-	100-110	Trawl	Yağlıoğlu & Ayas, 2016
15	Kemer, Turkey	-	85-293	Rocky Bottom	10-15	Spearfishing	Özgür-Özbek et al., 2017
16	Didim-Aydın, Turkey	37.20N 27.14E	-	Rocky bottom	18	Diving	Yapıcı, 2018
17*	Kokar Bay, Turkey	38.13N 26.61E	144	Rocky bottom	15	Spearfishing	Present study

Top predators are very important to decrease lionfishes populations that indicate conservation of top predators to struggle lionfishes. Lionfish have very few documented natural predators due to their venomous spines. Grouper species such as dusky grouper *Epinephelus marginatus*, goldblotch grouper *Ephinephelus costae* and blue-spotted cornetfish *Fistularia commersonii* are the main predators of the lionfishes (Bernadsky and Goulet, 1991; Maljković et al., 2008; Turan et al., 2017). Especially groupers of these species, as these may, may help control the spread of invasive fish (Mumby et al., 2011; Kletou et al., 2016). However, illegal fishing pressure on these species should be controlled in the Mediterranean and the Aegean Sea. Since fishing activities such as trawling and purse seiner and also trammel nets do not the solution to struggle lionfish, which usually inhabit under big rocks and caves. Therefore, predators of lionfish need to be supported in this struggle. Countries in the Mediterranean Sea organize campaigns and spearfishing competitions to eradicate lionfish

and also encourage of human consumption (Bilecenoğlu, 2018). However, some researchers point out that complete eradication of lionfish is impossible; these organizations only may help to keep their population under control and protect the native marine ecosystems.

In conclusion, the status of *P. miles* in the Mediterranean and adjacent seas should be monitored closely via formal and citizen sciences. The recent and rapid expansion of the *P. miles* in the Mediterranean is therefore alarming and requires the immediate action of all concerned stakeholders in the area (Bariche et al., 2017). Finally, it is vital that the ecology and distribution of the invasive species are fully understood to design the most effective form of control.

ACKNOWLEDGMENT

Author would like to thank Gökay Gülhep for his help in providing this specimen.

REFERENCES

- Al Mabruk, S.A.A. & Rizgala, J. (2019). First record of lionfish (Scorpaenidae: Pterois) from Libyan waters. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 25(1), 108-114.
- Azzurro, E. & Bariche, M. (2017). Local knowledge and awareness on the incipient lionfish invasion in the eastern Mediterranean Sea. *Marine and Freshwater Research*, 68(10), 1950-1954. DOI: [10.1071/mf16358](https://doi.org/10.1071/mf16358)
- Bariche, M., Torres, M. & Azzurro, E. (2013). The Presence of the invasive Lionfish Pterois miles in the Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 14(2), 292. DOI: [10.12681/mms.428](https://doi.org/10.12681/mms.428)
- Bernadsky, G. & Goulet, D. (1991). A natural predator of the lionfish Pterois miles. *Copeia*, 1991, 230-231.
- Bilecenoğlu, M. (2018). Controlling the lionfish invasion in the eastern Mediterranean Sea. In Hüseyinoğlu, M.F., & Öztürk, B. (Eds.), *Lionfish Invasion and Its Management in the Mediterranean Sea* (pp:1-9). Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication no: 49, Istanbul, Turkey. 121 pp.
- Bilge, G., Filiz, H., Yapıcı, S. & Gülşahin, A. (2016). On the occurrence of the devil firefish Pterois miles (Scorpaenidae), from the southern Aegean Sea with an elaborate occurrences in the Mediterranean coast of Turkey. *Hydromedit, 2nd International Congress on Applied Ichthyology & Aquatic Environment*. 10 - 12 November 2016, Messolonghi, Greece. Book of Proceedings pp: 324-327.
- Bilge, G., Filiz, H. & Yapıcı, S. (2017). Occurrences of Pterois miles (Bennett, 1828) between 1992 and 2016 from Turkey and the Mediterranean Sea. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 23(3): 201-208.
- Bilge, G., Filiz, H., Yapıcı, S., Tarkan, A.S. & Vilizzi, L. (2019). A risk screening study on the potential invasiveness of Lessepsian fishes in the south-western coasts of Anatolia. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 49(1), 23-31. DOI: [10.3750/AIEP/02422](https://doi.org/10.3750/AIEP/02422)
- Crocetta, F., Agius, D., Balistreri, P., Bariche, M., Bayhan, Y., Çakır, M., Ciriaco, S., Corsini-Foka, M., Deidun, A., El Zrelli, R., Ergüden, D., Evans, J., Ghelia, M., Giavasi, M., Kleitou, P., Kondylatos, G., Lipej, L., Mifsud, C., Özvarol, Y., Pagano, A., Portelli, P., Poursanidis, D., Rabaoui, L., Schembri, P., Taşkın, E., Tiralongo, F. & Zenetos, A. (2015). New Mediterranean Biodiversity Records (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(3), 682-702. DOI: [10.12681/mms.1477](https://doi.org/10.12681/mms.1477)
- Dabruzzi, T., Bennett, W. & Fanguie, N. (2017). Thermal ecology of red lionfish Pterois volitans from southeast Sulawesi, Indonesia, with comparisons to other Scorpaenidae. *Aquatic Biology*, 26, 1-14. DOI: [10.3354/ab00668](https://doi.org/10.3354/ab00668)
- Dailianis, T., Akyol, O., Babali, N., Bariche, M., Crocetta, F., Gerovasileiou, V., Chanem, R., Gököğlu, M., Hasiotis, T., Izquierdo-Muñoz, A., Julian, D., Katsanevakis, S., Lipez, L., Mancini, E., Mytilineou, C., Ounifi Ben Amor, K., Özgül, A., Ragkousis, M., Rubio-Portillo, E., Servello, G., Sini, K., Stamouli, C., Sterioti, A., Teker, S., Tiralongo, F. & Trkov, D. (2016). New Mediterranean Biodiversity Records (July 2016). *Mediterranean Marine Science*, 17(2), 608-626. DOI: [10.12681/mms.1734](https://doi.org/10.12681/mms.1734)
- Evrpidou, S. (2013). Toxic Lionfish makes its way to Cyprus waters. <http://www.cyprus-mail.com/cyprus/toxic-Lionfishmakes-its-way-cyprus-waters/20130220>. (Accessed 22 February 2013)
- Filiz, H., Tarkan, A.S., Bilge, G. & Yapıcı, S. (2017). Assessment of invasiveness potential of Pterois miles by the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*. 23(1):17-37.
- Froese, R. & Pauly, D. (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2019).
- Giovas, I., Kletou, P., Paravas, P., Marmara, D., Romanidis-Kyriakidis, G. & Poursanidis, D. (2018). Citizen scientists monitoring the establishment and expansion of Pterois miles (Bennett, 1828) in the Aegean Sea, Greece. *Cahiers de Biologie Marine*, 59, 359-365. DOI: [10.21411/CBM.A.8DFA67CE](https://doi.org/10.21411/CBM.A.8DFA67CE)
- Golani, D. & Sonin, O. (1992). New records of the Red Sea fishes, Pterois miles (Scorpaenidae) and Pteragogus pelycus (Labridae) from the eastern Mediterranean Sea. *Japanese Journal of Ichthyology*, 39(2), 167-169.
- Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. (2006). Fishes of the eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation. Pub. Number: 24. Istanbul, Turkey. 259 pp.
- Gomez, L.R., Anderson, J.L., Akins, D.S.A., Buddo, G., Garcia-Moliner, F., Gourdin, M., Laurent, C., Lilyestrom, J.A., Morris, J., Ramnanan, N. & Torres, R. (2013). Regional strategy for the control of invasive lionfish in the wider Caribbean. *International Coral Reef Initiative*, 31 pp.
- Green, S.J. & Côté, I.M. (2009). Record densities of Indo-Pacific Lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs*, 28, 107-107. DOI: [10.1007/s00338-008-0446-8](https://doi.org/10.1007/s00338-008-0446-8)
- Hare, J.A. & Whitfield, P.E. (2003). An integrated assessment of the introduction of lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) to the western Atlantic Ocean. *NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 2*, 21 pp.
- Iglésias, S. & Frotté, L. (2015). Alien marine fishes in Cyprus: update and new records. *Aquatic Invasions*, 10(4), 425-438. DOI: [10.3391/ai.2015.10.4.06](https://doi.org/10.3391/ai.2015.10.4.06)
- Jimenez, C., Petrou, A., Andreou, V., Hadjiannou, L., Wolf, W., Koutsoloukas, N. & Abu Alhaja, R. (2016). Veni, vidi, vici: The successful establishment of the lionfish Pterois miles in Cyprus (Levantine Sea). *Rapp Comm int Mer Médit*, 41, 417.

- Karachle, P.K., Zenetos, A. & Xentidis, N.J. (2017). The Esonian Countries' Marine Alien Species Experts: An Updated Inventory. *Acta Zoologica Bulgarica*, 9, 261-282
- Katsanevakis, S., Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Lasram, B.R.F., Zenetos, A. & Cardoso, A.C. (2014). Invading the Mediterranean Sea: Biodiversity patterns shaped by human activities. *Frontiers in Marine Science*, 1, 32. DOI: [10.3389/fmars.2014.00032](https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00032)
- Kimball, M., Miller, J., Whitfield, P. & Hare, J. (2004). Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) on the east coast of the United States. *Marine Ecology Progress Series*, 283, 269-278. DOI: [10.3354/meps283269](https://doi.org/10.3354/meps283269)
- Kleitou, D., Hall-Spencer, J.M. & Kleitou, P. (2016). A lionfish (*Pterois miles*) invasion has begun in the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 9(1), 46 DOI: [10.1186/s41200-016-0065-y](https://doi.org/10.1186/s41200-016-0065-y)
- Lejeune, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F. & Perez, T. (2010). Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(4), 250-60. DOI: [10.1016/j.tree.2009.10.009](https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.009)
- Majković, A., Van Leeuwen, T. & Cove, S. (2008). Predation on the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), by native groupers in the Bahamas. *Coral Reefs*, 27, 501. DOI: [10.1007/s00338-008-0372-9](https://doi.org/10.1007/s00338-008-0372-9)
- Montefalcone, M., Morri, C., Parravicini, V. & Bianchi, C.N. (2015). A tale of two invaders: divergent spreading kinetics of the alien green algae *Caulerpa taxifolia* and *Caulerpa cylindracea*. *Biological Invasions*, 17, 2717-2728.
- Mumby, P.J., Harborne, A.R. & Brumbaugh, D.R. (2011). Grouper as a natural biocontrol of invasive lionfish. *PLoS ONE* 6(6): e21510. DOI: [10.1371/journal.pone.0021510](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021510)
- Mytiliineou, C., Akel, E.K., Babali, N., Balistreri, P., Bariche, M., Boyacı, Y.O., Cilenti, L., Constantinou, C., Crocetta, F., Çelik, M., Dereli, H., Dounas, C., Durucan, F., Garrido, A., Gerovasileiou, V., Kapiris, K., Kebapcioglu, T., Kleitou, P., Krystalas, A., Lipej, L., Maina, I., Marakis, P., Mavrić, B., Moussa, R., Peña-Rivas, L., Poursanidis, D., Renda, W., Rizkalla, S.I., Rosso, A., Scirocco, T., Sciuto, F., Servello, G., Tiralongo, F., Yapıcı, S. & Zenetos, A. (2016). New Mediterranean biodiversity records (November, 2016). *Mediterranean Marine Science*, 17(3), 794-821. DOI: [10.12681/mms.1976](https://doi.org/10.12681/mms.1976)
- Oray, I.K., Sinay, E., Karakulak, F.S. & Yıldız, T. (2015). An expected marine alien fish caught at the coast of Northern Cyprus: *Pterois miles* (Bennett, 1828). *Journal of Applied Ichthyology*, 31 (4), 733-735. DOI: [10.1111/jai.12857](https://doi.org/10.1111/jai.12857)
- Özgür-Özbek, E., Mavruk, S., Saygu, İ. & Öztürk, B. (2017). Lionfish distribution in the eastern Mediterranean coast of Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 23(1), 1-16.
- Poursanidis, D. (2015). Ecological Niche Modeling of the the invasive lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the Mediterranean Sea. In Eleventh Panhellenic Symposium on Oceanography and Fisheries (p:621-624). Mytilene, Lesvos Island, Greece.
- Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Yağlıoğlu, D., Uyan, A. & Uygur, N. (2014). First record of the Indo-Pacific lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Osteichthyes: Scorpaenidae) for the Turkish marine waters. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 20, 158-163.
- Turan, C. & Öztürk, B. (2015). First record of the lionfish *Pterois miles* from the Aegean Sea. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 21, 334-338.
- Turan, C., Ergüden, D. & Gürlek, M. (2016). Climate change and biodiversity effects in Turkish Seas. *Natural and Engineering Sciences*, 1(2), 15-24.
- Turan, C., Uygur, N. & İğde, M. (2017). Lionfishes *Pterois miles* and *Pterois volitans* in the North-eastern Mediterranean Sea: Distribution, habitation, predation and predators. *Natural and Engineering Sciences*, 2(1), 35-43.
- Yağlıoğlu, D. & Ayas, D. (2016). New occurrence data of four alien fishes (*Pisodonophis semicinctus*, *Pterois miles*, *Scarus ghobban* and *Parupeneus forsskali*) from the North Eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay, Turkey). *Biharean Biologist*, 10 (2), 150-152.
- Yapıcı, S. (2018). *Piscis non grata* in the Mediterranean Sea: *Pterois miles* (Bennett, 1828). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4), 467-474. DOI: [10.12714/egejfas.2018.35.4.13](https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.4.13)

Fotonik sensörlerin su ürünleri gıda güvenliği uygulamalarındaki rolü ve önemi

The role and importance of photonic sensors in seafood safety applications

Elifcan Duman^{1*} • Can Altinelataman² • Adnan Tokaç³

¹Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 35100 İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100 İzmir, Türkiye

³ Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100 İzmir, Türkiye

 <https://orcid.org/0000-0002-3918-5722>

 <https://orcid.org/0000-0002-7105-2276>

 <https://orcid.org/0000-0002-2968-7315>

Corresponding author: elifcanduman@gmail.com

Received date: 05.12.2019

Accepted date: 18.02.2020

How to cite this paper:

Duman, E., Altinelataman, C. & Tokaç, A. (2020). The role and importance of photonic sensors in seafood safety applications. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(3), 319-324. DOI: [10.12714/egejfas.37.3.16](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.16)

Öz: Mikrobiyolojik kalite, duyu kalite, besleyici özellikler, ürüne özgü özellikler, tazelik, türlere özgü fiziksel özellikler gibi birçok kavramı içeren balık kalitesinin tespiti için mikrobiyolojik, kimyasal ve duyu analizler gibi geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile oldukça zaman alan ve hata payına sahip bu geleneksel analiz yöntemlerinin yerini, daha hızlı ve güvenilir kalite ölçümleri yapmayı sağlayan ve gelişime açık sensör teknolojisi almaya başlamıştır. Bu çalışmada, özellikle optik sensörler ve kullanım alanları üzerinde durulmuş ve su ürünleri işleme teknolojisi gıda güvenliği açısından kullanılabilirlikleri hakkında genel bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

Anhtar kelimeler: Fotonik sensör, gıda kalitesi, gıda güvenliği, su ürünleri

Abstract: Microbiological, chemical, sensory analyses known as traditional methods are used for determination of fish quality including many concepts such as microbiological quality, sensory quality, nutritional properties, product specific properties, freshness, species-specific physical properties. With the developing technology; these time-consuming and error-free analyzes have been replaced by sensor technology, which is very suitable for quality measurements in order to achieve the expected speed and high standard and to be open to improvement. In this study, optical sensors and their applications are emphasized and a general evaluation is made about the usability of seafood processing technology in terms of food safety.

Keywords: Photonic sensor, food quality, food safety, seafood

GİRİŞ

Günümüzde gıdalardaki ürün çeşitliliği ve sağlıklı ürünler tüketme bilincinin artmasına paralel olarak gerek üreticiler için ürünün kalitesini stabilize etmek ve gerekse tüketiciler için tükettiği gıdanın kalitesinden emin olmak giderek bir ihtiyaç haline gelmiştir. Ürünlerin hijyenik şartlarda üretilmiş olup olmamasından, depolama süresince gerçekleşen kalite değişimlerine kadar her bir aşamaya dikkat edilmelidir. Bu ürünler bozulmaya yatkın bir yapıya sahip su ürünleri olduğunda ise iş daha da zorlu hale gelmektedir. Su ürünlerinin son derece bozulabilir ve mikrobiyal çoğalmaya karşı hassas oluşu ve zararlı bakteriyel kirletici maddeler içerebilmeleri nedeniyle tüketimleri ile ilgili risklerin oldukça yüksek olduğu bilinmektedir (Erkmen ve Bozoğlu, 2016; Hussain ve Uddin, 1995; Jayasinghe ve Rajakaruna, 2005).

Balık kalitesi sırasıyla, mikrobiyolojik kalite, duyu kalite, besleyici özellikler, ürüne özgü özellikler, tazelik, türlere özgü fiziksel özellikler ve teknolojik kalite gibi birçok kavramı içermektedir. Kalitenin tespiti için geleneksel yöntemler olarak

bilinen mikrobiyolojik, kimyasal, duyu analizlerle birlikte, hızlı ve bu yöntemlerle korelasyon gösteren sonuçlar veren görüntü analizi, elektronik burun, elektriksel ölçümler, spektrometrik ve reolojik yöntemler gibi fiziksel ve mekanik yöntemler de kullanılmaktadır (Cheng vd., 2015; Luten ve Martinsdottir, 1997; Serdaroğlu ve Purma, 2006).

Hem üreticiler hem de tüketiciler açısından oldukça önem arz eden su ürünlerinin tazeliğinin ölçümü için sürekli olarak sektörün isteklerine cevap verecek daha hızlı ve daha yüksek standartlara sahip kalite kontrol yöntemlerinin geliştirilmesine çalışılmaktadır (Oğur, 2015). Sensör teknolojisi, bu açıdan beklenen hızı ve yüksek standardı sağlaması ve gelişime açık olmasıyla kalite ölçümleri için kullanılmaya oldukça elverişlidir. Farklı çalışma prensiplerine sahip birçok sensör mevcuttur ve bu sensörler kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin; akıllı ambalajlama teknolojisinde mikrobiyolojik bozulma, oksidatif acılaştırma ve sıcaklık nedeniyle oluşan diğer değişimlerin derecesini ölçmek

amacıyla (Kerry ve Papkovsky, 2002) veya gıdalara karışan bazı kimyasal maddelerin miktarını belirlemek amacıyla (Traffano-Schiffo vd., 2018) çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Ayrıca sensörün farklı teknolojilerle kombine halde kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur (Khansili vd., 2018; Semeano vd., 2018).

Bu derlemede, optik sensörler ve kullanım alanları üzerinde durulmuş, su ürünleri işleme teknolojisi gıda güvenliği açısından kullanılabilirlikleri hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır. Aynı zamanda bu derleme; Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi olarak proje ortaklarından biri olduğumuz 117F236 proje numaralı "Derin Deniz- Fotonik Sensör Bileşenleri Kullanımı ile Kıyusal Alanların Çevresel İzlenmesi ve Denizel Kaynakların Değerlendirilmesi" adlı uluslararası TÜBİTAK projesinin 'Gıda Güvenliği' iş paketi içinde yapılması düşünülen çalışmaların bir ön tanıtımını içermektedir. Bu projenin, kalite ve tüketici sağlığı için pratik deneyimlere dayanan fotonik sensörlerin daha yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlayarak, gıda güvenliği açısından işletme maliyetlerine önemli bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Fotonik, okyanus mühendisliği, balıkçılık, su ürünleri yetiştiriciliği, çevresel izleme ve gıda güvenliği disiplinleri işbirliği ile kurulacak olan bu sistemin, fotonik sensörlerden elde edilen tüm bulgulardan faydalanacağı düşünülmektedir.

Optik sensörler

Sensörler temel olarak reseptör ve transdüser olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Reseptörler kaynaktan aldıkları fiziksel ve kimyasal bilgileri transdüser ölçümüne uygun olan enerjiye çevirirler. Sensörler; elektriksel, optik, termal veya kimyasal olarak sinyalleri algılar (Kress-Rogers, 2001). Sensörlerin ölçümlerini gerçekleştirebilmeleri için kaynak ile sürekli bir iletişim ortamında olmaları gerekmektedir.

Optik sensörler, çeşitli analitlerin kantitatif tayini için yüksek performanslı bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Borisov ve Wolfbeis, 2008). Optik sensörler gerek su ürünlerinde gerekse çeşitli gıdalarda bu ve benzeri amaçlar için kullanılmaktadır. Optokimyasal sensörler ise gıdaların mikrobiyal kontaminasyonu veya diğer etkilerden dolayı oluşan bozulma sonucu açığa çıkan hidrojen sülfid, karbondioksit veya aminler gibi bileşikler algılayarak kalite kontrol işlemlerinde kullanılmaktadırlar (Gnaiger ve Fortsner, 1983; Gök vd., 2006).

Ürün çeşitliliğinin artması ile tüketiciler tercih yaparken daha seçici davranmaya başlamışlardır. Satın alacakları ürünlerin sağlıklı olmasına ve hijyenik şartlarda üretilmiş olup olmamasına dikkat etmektedirler. Ürünlerin ambalajları da gıdaların tüketiciler tarafından tercih edilmesinde önemli bir unsurdur. Ambalajlama sektöründe; akıllı ambalajlama

sistemleri mikrobiyolojik bozulmaların ve toksik maddelerin hızlı ve etkin bir şekilde tespit edilmesi ve bu ürünlerin tüketiminin önlenmesini sağlayabilmelerinden dolayı büyük önem kazanmıştır (Öksüztepe ve Beyazgül, 2015). Klasik gaz sensörlerinden biri olan elektrokimyasal oksijen sensörlerindeki bazı kısıtlı özelliklerden dolayı, ambalaj teknolojisinde optik oksijen sensörler kullanılmaya başlanmıştır (Trettnak vd., 1995). Bu optik oksijen sensörleri genellikle katı fazdaki materyallerden oluşmakla beraber, ışığı absorbe etme veya yansıtma özelliklerinden hareketle üretilmişlerdir (Kress-Rogers, 2001).

Akıllı paketteleme CO₂ gazı, fermantasyon veya mikroorganizmadan kaynaklanan bozulmaların bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir ve ölçümüne ihtiyaç duyulmaktadır. CO₂ miktarını algılamak için birçok sistem geliştirilmiştir, bunlardan bazıları dağıtılmayan kızıl ötesi (NDIF) sensörü, ıslak optik CO₂ sensörü (pH tabanlı), floresan CO₂ sensörü, kuru optik CO₂ sensörü, ince askılı pelte (sol-jel) tabanlı optik CO₂ göstergesi, fotonik kristal sensörüdür. Özellikle optik CO₂ sensör teknolojileri diğerlerinden bir adım önde bulunmaktadır. Bunun nedeni ise kimyasal ve mekanik kararlılığının daha yüksek olmasıdır. CO₂ sensörünün kullanım alanı genelde et ve et ürünleridir (Meng vd., 2014).

Bir diğer sensör çeşidi olan fotonik kristal fiberler ise; klasik silika optik fiberlerden, bir dizi tasarım özelliği ve ışık yayılım ilkesiyle farklı olan optik dalga kılavuzlarıdır. Bir fotonik kristal fiberin kesiti, bir 2D fotonik kristalin yapısını üretir. Fotonik kristal fiber teknolojisi gıdalarda kalite ölçümü için kullanılabilir.

Fotonik kristaller, yüksek optik özellikler ve parlak yapısal renk sergileyen, uzamsal olarak düzenlenmiş kafeslere sahip işlevsel bir malzeme sınıfıdır. Bu malzemeler ışığı belirli bir dalga boyu veya frekansla değiştirebilirler. Ayrıca çeşitli periyodik yapılar ile birlikte farklı malzemeler kullanılarak imal edilebilir (Chow vd., 2001; Mihi vd., 2008; Painter vd., 1999).

Ayrıca, radyofrekans (RF) ve mikrodalga (MW) aralıklarındaki fotoniğe dayalı sensörler, etin bozulma reaksiyonlarına dahil olan bazı kimyasal türlerin miktarını belirleme kapasitesine sahip olup, izleme sisteminde büyük bir gelişme sağlayabilmektedir (Traffano-Schiffo vd., 2018).

Gıda güvenliği konusunda sensörler ile yapılan çalışmalar

Çeşitli teknolojilere dayanarak geliştirilen fotonik sensörlerin başlıca kullanım amaçları sırasıyla, gıdalarda bazı zararlı katkı maddelerinin ve gıdanın yapısında sonradan gelişen toksik bileşiklerin tespiti, kalite ölçümü, kompozisyon belirleme ve mikrobiyal bozulma tespitidir. Çeşitli yöntemlerle gıda katkı maddelerinin ve gıdanın yapısında mevcut toksik bileşenlerin ölçümü üzerine bazı çalışmalar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Gıda içeriğindeki zararlı bileşenlerin tespit edilmesi amaçlanan bazı çalışmalar
Table 1. Some studies that aimed to detect harmful components in food content

Gıda	Amaç	Yöntem	
Levrek (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Sulfguanidin tespiti (Antibiyotik)	Polimer Fotonik Kristal	(Li vd., 2019)
Süt ve bal	Tetrasiklin, oksitetrasiklin ve klortetrasiklin tespiti (Antibiyotik)	Polimer Fotonik Kristal	(Wang vd., 2012)
Çeşitli gıdalar (puding, krema, hazır çorba, sos vb.)	Ksantat ve alginat tespiti (Polianyonik katkı maddeleri)	Polimerik Optik Sensör	(Dürüst vd., 2010)
-	Sakarin, sorbitol ve bütül asetat tespiti (Katkı maddeleri)	Fotonik Kristal Fiber	(Atiullah vd., 2019)
Somon (<i>Salmo salar</i>), Ton balığı (<i>Thunnus alalunga</i>)	Histamin (Biyogen amin)	Diatomit Fotonik Kristal	(Kong vd., 2018)

Su ürünlerinde bakteri enfeksiyonlarının tedavisinde kullanılan kemoterapötiklerin büyük bir bölümünü oluşturan sülfonamidler; enjeksiyon, banyo ve oral olmak üzere üç yöntemle uygulanabilmektedir. Yüksek dozdaki uygulamalar balıkta toksikasyona neden olurken, vücudunda sülfonamid birikimi oluşmuş balıkların pazara sunulması, insanlarda sülfonamidlere dirençli suşlar oluşturabilmektedir (Arda vd., 2005; Samanidou ve Evaggelopoulou, 2007; Tanrikul, 1995). Bundan dolayı sülfonamidlerin balıklardaki kullanımına dikkat edilmelidir. Moleküler olarak basılmış polimer fotonik kristal ile balıklarda sulfguanidinin hızlı tespitine çalışılmıştır. Sensörün beş kullanım döngüsünden sonra orijinal algılama performansını koruduğu ve sulfguanidinin geri dönüşümünün, göl suyunda %93,8 ila %111,2 ve balık örneklerinde %88,5 ila %115,2 arasında değiştiği saptanmıştır. Bu bulgu, sensörün karmaşık matrisli gıda örneklerinde kullanılabileceğini göstermiştir (Li vd., 2019).

Su ürünleri de dahil olmak üzere gıdaların yapısında gelişebilen bir diğer zararlı bileşik ise biyogen aminlerdir. Biyogen aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucunda ya da aldehit ve ketonların aminasyon ve transaminasyonu ile oluşur (Majjala vd., 1993; Akyol vd., 2015). Gıdalarda oluşan en önemli biyogen aminlerden olan histamin; toksik etkilerinden dolayı oldukça önemlidir. Ayrıca gıdaların tazelik ya da bozulma derecesinin bir indikatörü olduğu için de tespiti önem taşımaktadır (Halasz vd., 1994; Akyol vd., 2015). Fosilleşmiş

diatom frustül kalıntılarından türetilen ve fotonik-kristal özelliklere sahip Diatomit'in kullanıldığı bir çalışmada; Somon (*Salmo salar*) ve Ton balığı (*Thunnus alalunga*) 'nda histamin tespiti amaçlanmıştır. Diatomit fotonik kristallerin kullanıldığı bu çalışmada; somon ve ton balıklarında histamin başarıyla izlenmiştir. Sonuç olarak bu çipli gıda sensörü, gıda ürünlerindeki iz seviyelerinde histamin veya diğer zararlı bileşenleri izlemek için ucuz, sağlam ve taşınabilir bir algılama platformu olarak kullanılabilir bulunmuştur (Kong vd., 2018).

Fotonik kristal fiber teknolojisi gıdalarda kalite ölçümü için kullanılabilir. Malinin vd. (2012) tarafından meyve suyunun kalitesine, kompozisyonuna ve ana bileşen konsantrasyonuna duyarlı bir fotonik kristal fiberin kullanımının denendiği çalışma bunlardan biridir. Önce glikoz, fruktoz ve sakkaroz karışımı içeren iki doğal meyve suyu numunesi (elma suyu ve portakal suyu), daha sonra ise tatlandırıcı karışımını içeren meyve aromalı içecekler; fotonik kristal fiberlerin iletim spektrumlarının ölçümü ve arasındaki farkın gözlenmesi prensibine dayanarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak fotonik kristal fiberlerin hassas elemanlar olarak kullanımının analiz edilen ürünlerdeki şeker miktarını hızlı bir şekilde belirleyebildiği ve sıvının farklı dalga boyu aralıklarındaki optik yoğunluğunu belirlemenin, sıvının türbiditesini kırılma belirleme endeksi ile aynı anda değerlendirmenin mümkün olduğu saptanmıştır. Glikoz ve fruktoz tespitine yönelik fotonik sensör çalışmaları Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Glikoz ve fruktoz tespitini amaçlayan çalışmalar
Table 2. Studies that aimed detecting glucose and fructose

Amaç	Yöntem	Prensip	Sonuç
Çıplak gözle glikoz tespiti	Opal fotonik kristal	Dalga boyunun renk değişimi	3-20 mM glikoz kons. tespiti mümkün (Hong vd., 2014)
Glikoz kons. izlenmesi	Fotonik kristal refraktometre	İki boyutlu fotonik kristal platformunun analitle doldurulması	Glikoz izlemesi için yüksek kaliteli ve umut verici (Areed vd., 2017)
Fruktozu seçici belirlenmesi	Fotonik kristal sensör	Filmlerde renk değişimi	Diğer şekerlerin varlığında fruktoz tanınmıştır. (Ayyub vd., 2013)

Fotonik kristal fiber kullanarak ölçülmesi amaçlanmış bir diğer içerik; potasyum klorür konsantrasyonudur. Potasyum klorür deniz suyunda bulunan doğal bir bileşiktir. İnsan sağlığı açısından da oldukça gereklidir (Lide, 2005). Çalışmada; 400 nm çapında dairesel hava deliklerine sahip fotonik kristal fiber kullanılmıştır ve ölçümün prensibi olarak; fotonik kristal fiberden çıkan iletilen alanın potasyum klorür konsantrasyonuna göre doğrusal değişimi temel alınmıştır. Fotonik kristal yapısındaki alan dağılımı, düzlem dalga yayılımı yöntemi kullanılarak simüle edilmiştir. Sonuçlara göre; iletilen ışığın yoğunluğunun, hava deliklerine doldurulmuş potasyum klorür konsantrasyonuna göre doğrusal olarak değiştiği saptanmıştır (Palai vd., 2013).

Taze gıdaların ve özellikle de balığın raf ömrünün oldukça kısa olduğu göz önüne alındığında, üretim ve tedarik zincirlerinin herhangi bir noktasında, tazeliğin gerçek zamanlı izlenmesi için hızlı, kullanımı kolay, yıkıcı olmayan araçlar geliştirmek önemlidir. Akıllı ambalaj teknolojisi de bunlardan bir tanesidir. Ambalaja akıllı özelliğini veren unsurlardan olan sensörler ürünlerin tazelikleri, mikrobiyolojik olarak bozulma olup olmaması, oksidatif acılaşıma ve sıcaklık nedeniyle oluşan değişimler hakkında bilgi vermektedirler (Kerry ve Papkovsky, 2002). Akıllı gıda ambalajı kapsamında, son on yılda başlatılan araştırma ve geliştirme projelerine bakıldığında (Tablo 1), çeşitli prensiplere dayanan sensörlerin benzer amaçlarla kullanıldığı projelerin gerçekleştirildiği görülmektedir (Vanderroost vd., 2014).

Tablo 3. Akıllı gıda ambalajı teknolojisi kapsamında, sensörlerin kullanıldığı çeşitli projeler (Vanderroost vd., 2014)

Table 3. Various projects using sensors within the scope of smart food packaging technology (Vanderroost vd., 2014)

Proje Adı	Yürütücü Kurum	Amaç	Prensip
FOODSNIFFER	Yunanistan Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi	Ürünlerdeki zararlı maddeleri (mikotoksinler, alerjenler ve böcek ilaçları) tanımlamak.	Silikon fotonığın mikroakışkanlar ve filtrasyon sistemleri ile entegrasyonu ile üretilen spektroskopik çip.
PhotoSens	Finlandiya Teknik Araştırma Merkezi	Çevresel ve farmasötik uygulamalar	fotonik kristal teknolojisi ve Yüzey Geliştirilmiş Raman Saçılma (SERS) metodolojileri.
BioFos	Yunanistan Atina Ulusal Teknik Üniversitesi	Gıda kirliliğinin tespiti	Fotonik, biyoloji ve nanokimyanın birleşimi ile geliştirilmiş biyosensör.
ChechPack	Belçika Gent Üniversitesi	Gıda bozulmalarının tespiti	Silikon fotonik bazlı kimyasal sensör.

Taze balığın raf ömrünün çok kısa oluşu, tazeliğin izlenmesini sağlamak amacıyla çeşitli uygulamalar geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Semeano vd.'nin (2018) balık numunelerinin üst boşluğunun gaz algılama yoluyla analizinin denendiği çalışma, balık tazeliğini izlemek için ilginç bir yaklaşımdır. Optik gaz sensör kullanılarak tilapiada mikrobiyal bozulmanın tespit edilmesinin amaçlandığı çalışmada, optik bir elektronik buruna bağlı ve tek bir gaza duyarlı jel malzemenin uygulanmasına bağlı bir gaz algılama yöntemi kullanılmıştır. Sensörün optik sinyalleri ve bakteri üreme derecesi zamanla takip edilmiştir. Sonuçlar, iki değer arasında anlamlı bir ilişki olduğunu bu basit ve düşük maliyetli sistemin tilapiada tazeliğin izlenmesi için potansiyel uygulamasını göstermiştir (Semeano vd., 2018).

SONUÇ

Her geçen gün ivme kazanmaya devam eden nüfus artışı; gelecekteki 50 yıl için gıda ihtiyacının, geçtiğimiz 10,000 yıldakinden daha fazla olduğunun öngörülebilmesine neden olacak boyuttadır (Tosun, 2019). Tüketim ihtiyacındaki bu artış, her alanda olduğu gibi su ürünleri alanında da bilimsel çalışmaların sürdürülebilir yöntemler geliştirmek üzerine yoğunlaşmasına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra; su

ürünleri tüketiminin insan sağlığı için ne denli önemli olduğu bilinmektedir. Bozulmaya oldukça yatkın bir yapıya sahip su ürünleri proseslerinde; ham madde temininden depolamaya kadar tüm aşamalarda kalite parametrelerini kontrol altında tutmak, üreticiler için bir ihtiyaçken tüketiciler içinse bir gerekliliktir.

Su ürünlerinde kalite kontrolü için kullanılan analiz yöntemleri çoğunlukla geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler görüntü analizi, elektronik burun, elektriksel ölçümler, spektrometrik ve reolojik yöntemler gibi fiziksel ve mekanik yöntemler ile kombinasyon halinde de kullanılabilir. Fakat su ürünleri sektöründe tazeliğinin ölçümü için sürekliliği olan, hızlı ve daha yüksek standartlara sahip kalite kontrol yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaç için en kullanışlı enstrümanlar olarak ilk akla gelen sensor teknolojileridir. Farklı çalışma prensiplerine ve malzemelere sahip birçok sensor bulunmaktadır. Proje ortağı olduğumuz araştırmanın da benzer hedefler taşıması ve fotonik sensörler üzerine bir proje olması sebebiyle; bu derlemede daha çok bu prensibe dayanan sensörlerin kullanıldığı çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Bu derlemede yapılan incelemelerden fotonik sensor teknolojisinin gelişime ve farklı teknolojilerle bir arada kullanılmaya son derece açık olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda su ürünleri için önem taşıyan pek çok içeriğin şaplanması başarıya ulaşan çalışmalara rastlanmıştır. Örneğin; bir çalışmada biyojen amin tespiti üzerinde durulurken, bir başka çalışmada akıllı ambalaj teknolojisi ile entegre edilerek kullanılabilir. Fotonik sensor kullanımı ile gıda güvenliği konusunda önümüzdeki yıllarda giderek artan bir ivme ile çalışmaların yapılacağı öngörülmektedir. Ancak bu çalışmalarda kullanılacak sensörlerin geliştirilmesi için çeşitli

disiplinlerden farklı araştırmacıların bir arada çalışmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu derleme; 117F236 proje numaralı, Derin Deniz - Fotonik Sensör Bileşenleri Kullanımı İle Kıyısız Alanların Çevresel İzlenmesi ve Denizel Kaynakların Değerlendirilmesi adlı uluslararası TÜBİTAK projesinin 'Gıda Güvenliği' iş paketi içinde yapılması düşünülen çalışmaların bir ön tanıtımını içermektedir.

KAYNAKÇA

- Akyol, V., Kundakçı, A. & Ergönül, B. (2015). Gıdalarda Biyojen Aminler. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11, 294-305. DOI: [10.18466/cbujs.89924](https://doi.org/10.18466/cbujs.89924)
- Arda, M., Seçer, S. & Sarıyüzoğlu, M. (2005). Balık Hastalıkları. Ankara. Medisan Yayın Serisi: 61.
- Areed, N.F.F., Hameed, M.F.O. & Obayya, S.S.A. (2017). Highly sensitive face-shaped label-free photonic crystal refractometer for glucose concentration monitoring. *Optical and Quantum Electronics*, 49(5). DOI: [10.1007/s11082-016-0847-9](https://doi.org/10.1007/s11082-016-0847-9)
- Atıqullah, S.M., Palit, A., Reja, M.I., Akhtar, J., Fatema, S. & Absar, R. (2019). Detection of harmful food additives using highly sensitive photonic crystal fiber. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 23. DOI: [10.1016/j.sbsr.2019.100275](https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2019.100275)
- Ayyub, O.B., Ibrahim, M.B., Briber, R.M. & Kofinas, P. (2013). Self-assembled block copolymer photonic crystal for selective fructose detection. *Biosensors and Bioelectronics*, 46, 124–129. DOI: [10.1016/j.bios.2013.02.025](https://doi.org/10.1016/j.bios.2013.02.025)
- Borisor, S.M. & Wolfbeis, O.S. (2008). Optical Biosensors. *Chemical Reviews*, 108, 423–461. DOI: [10.1021/cr068105t](https://doi.org/10.1021/cr068105t)
- Cheng, J.H., Sun, D.W., Zeng, X.A. & Liu, D. (2015). Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish fillets: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 1012-1225. DOI: [10.1080/10408398.2013.769934](https://doi.org/10.1080/10408398.2013.769934)
- Chow, E., Lin, S.Y., Wendt, J.R., Johnson, S.G. & Joannopoulos, J.D. (2001). Quantitative analysis of bending efficiency in photonic-crystal waveguide bends at $\lambda = 1.55 \mu\text{m}$ wavelengths. *Optics Letters*, 26, 286 – 288. DOI: [10.1364/OL.26.000286](https://doi.org/10.1364/OL.26.000286)
- Dürüst, N., Naç, S. & Ünal, N. (2010). Poliyon-Duyarlı Polimer Bazlı Optik Sensörler Kullanılarak Bazı Gıda Ürünlerindeki Kıvam Arttırıcı Katkı Maddelerinin Kantitatif Tayinleri. 24. Ulusal Kimya Kongresi 2010. Zonguldak, Türkiye: Bildiri Kitabı.
- Erkmen, O. & Bozoglu, T. (2016). Spoilage of fish and other seafoods. *Food Microbiology: Principles into Practice* (pp 301-306). John Wiley & Sons, Ltd. DOI: [10.1002/9781119237860](https://doi.org/10.1002/9781119237860)
- Gnaiger, E. & Fortsner, H. (1983). Polarographic oxygen sensors. Aquatic and physiological applications. *Springer-Verlag*, Berlin. DOI: [10.1007/978-3-642-81863-9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-81863-9)
- Gök, V., Batu, A. & Telli, R. (2006). Akıllı paketleme teknolojisi. Türkiye 9.Gıda Kongresi 2006. (pp. 45-48) Bolu, Türkiye: Bildiri Kitabı.
- Halasz, A., Barath, A., Sarkadi, L.S. & Holzapfel, W. (1994). Biogenic amines and their production by mikroorganism in food. *Trend. Food Science and Technology*, 5, 42-49. DOI: [10.1016/0924-2244\(94\)90070-1](https://doi.org/10.1016/0924-2244(94)90070-1)
- Hong, X., Peng, Y., Bai, J., Ning, B., Liu, Y., Zhou, Z. & Gao, Z. (2014). A Novel Opal Closest-Packing Photonic Crystal for Naked-Eye Glucose Detection. *Photonic Crystals*, 10(7), 1308-1313. DOI: [10.1002/sml.201302788](https://doi.org/10.1002/sml.201302788)
- Hussain, M.M. & Uddin, M.H. (1995). Quality control and marketing of fish and fish products: needs for infrastructure and legal support. National workshop on fisheries resources development and management in Bangladesh-Bay of Bengal Programme, FAO, p. 9.
- Jayasinghe, P.S. & Rajakaruna, R.M.A.G.G. (2005). Bacterial contamination of fish sold in fish markets in the central province of Sri Lanka. *Journal of the Natnional Science Foundation of Sri Lanka*, 33, 219-221. DOI: [10.4038/jnsfr.v33i3.2328](https://doi.org/10.4038/jnsfr.v33i3.2328)
- Kerry, J.P. & Papkovsky, D.B. (2002). Development and use of nondestructive, continuous assessment, chemical oxygen sensors in packs containing oxygen sensitive foodstuffs. *Research Advances in Food Science*, 3, 121-140.
- Khansili, N., Rattu, G. & Krishna, P.M. (2018). Label-free optical biosensors for food and biological sensor applications. *Sensors and Actuators*, 265, 35–49. DOI: [10.1016/j.snb.2018.03.004](https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.03.004)
- Kong, X., Yu, Q., Li, E., Wang, R., Liu, Q. & Wang, A.X. (2018). Diatomite Photonic Crystals for Facile On-Chip Chromatography and Sensing of Harmful Ingredients from Food. *Materials*, 11, 539. DOI: [10.3390/ma11040539](https://doi.org/10.3390/ma11040539)
- Kress-Rogers, E. (2001). Instrumentation for food quality assurance. In E. Kress- Rodgers, and C.J.B., Brimelow, Instrumentation and Sensors for the Food Industry, 2nd ed., (pp. 581-669). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd. DOI: [10.1201/9781439833049](https://doi.org/10.1201/9781439833049)
- Li, L., Lin, Z., Huang, Z. & Peng, A. (2019). Rapid detection of sulfaganidine in fish by using a photonic crystal molecularly imprinted polymer. *Food Chemistry*, 281, 57–62. DOI: [10.1016/j.foodchem.2018.12.073](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.073)
- Lide, D.R. (2005). CRC Handbook of Chemistry and Physics, 86th Edition, CRC Press , Boca Raton.
- Luten, J. & Martinsdottir, E. (1997). QIM: a European tool for fish freshness evaluation in the fishery chain. International Institute of Refrigeration, (pp. 287-296). Paris, France.
- Majjala, R.L., Eerola, S.H., Aho, M.A. & Hirn, J.A. (1993). The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *Journal of Food Protect*, 56, 125-129. DOI: [10.4315/0362-028X-56.2.125](https://doi.org/10.4315/0362-028X-56.2.125)
- Malinin, A.V., Zanishevskaja, A.A., Tuchin, V.V., Tuchin, Y.S. & Silokhin, I.Y. (2012). Photonic crystal fibers for food quality analysis. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 27, 84-87. DOI: [10.1117/12.924096](https://doi.org/10.1117/12.924096)
- Meng, X., Kim, S., Puligundla, P. & Ko, S. (2014). Carbon Dioxide and Oxygen Gas Sensors Possible Application for Monitoring Quality, Freshness, and Safety of Agricultural and Food Products with Emphasis on Importance of Analytical Signals and Their Transformation. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 57, 723-733. DOI: [10.1007/s13765-014-4180-3](https://doi.org/10.1007/s13765-014-4180-3)
- Mihi, A., Calvo, M.E., Anta, J.A. & Miguez, H. (2008). Spectral Response of Opal-Based Dye-Sensitized Solar Cells. *The Journal of Physical Chemistry C*, 112, 13-17. DOI: [10.1021/jp7105633](https://doi.org/10.1021/jp7105633)

- Oğur, S. (2015). Su Ürünleri Kalitesinin Değerlendirilmesinde Koku Algılama Sensörlerinin Geliştirilmesi Ve Uygulamaları. *Journal of Food and Health Science*, 1, 1-11.
- Öksüztepe, G. & Beyazgül, P. (2015). Akıllı Ambalajlama Sistemleri ve Gıda Güvenliği. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 29, 67-74.
- Painter, O., Lee, R.K., Scherer, A., Yariv, A., O' Brien, J.D., Dapkus, P.D. & Kim, I.I. (1999). Two-dimensional photonic band-Gap defect mode laser. *Science*, 284, 1819-1821.
- Palai, G., Mudului, N., Sahoo, S.K., Tripathy, S.K. & Patanaik, S.K. (2013). Realization of Potassium Chloride Sensor Using Photonic Crystal Fiber. *Soft Nanoscience Letters*, 3, 16-19.
- Samanidou, V. & Evagelopoulou, E. (2007). Analytical strategies to determine antibiotic residues in fish. *Journal of Separation Science*, 30, 2549-69. DOI: [10.1002/jssc.200700252](https://doi.org/10.1002/jssc.200700252)
- Semeano, A., Maffei, D., Palma, S, Li, R., Franco, B., Roque, A. & Gruber, J. (2018). Tilapia fish microbial spoilage monitored by a single optical gas sensor. *Food Control*, 89, 72-76.
- Serdaroğlu, M. & Purma, Ç. (2006). Su Ürünlerinde Kalitenin Saptanmasında Kullanılan Hızlı Teknikler. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23, 495-496.
- Tanrikul, T. (1995). Bakteriyel Balık Aşılı ve Aşılama Yöntemleri. *Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi*, 19, 1-8.
- Tosun, B.N. (2019). Sağlık ve Esenliğin Geliştirilmesinde Sürdürülebilir Beslenme. 1. Uluslararası Sürdürülebilir Yaşam Kongresi 2019. (pp. 25-26). Ankara, Türkiye: Bildiri Kitabı.
- Traffano-Schiffo, M.V., Castro-Giraldez, M., Colom, R.J. & Fito, R.J. (2018). Innovative photonic system in radiofrequency and microwave range to determine chicken meat quality. *Journal of Food Engineering*, 239, 1-7. DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2018.06.029](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.06.029)
- Trettnak, W., Gruber, W., Reiniger, F. & Klimant, I. (1995). Recent progress in optical sensor instrumentation. *Sensors and Actuators B*, 29, 219-225.
- Vanderroost, M., Ragaert, P., Devlieghere, F. & Meulenaer, B. (2014). Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology*, 39, 47-62. DOI: [10.1016/j.tifs.2014.06.009](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.009)
- Wang, L.Q., Lin, F.Y. & Yu, L.P. (2012). A molecularly imprinted photonic polymer sensor with high selectivity for tetracyclines analysis in food. *Analyst*, 137, 3502-3509. DOI: [10.1039/c2an35460h](https://doi.org/10.1039/c2an35460h)

