

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi



Volume 33 Number 1

2016



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 Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.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 centred under the title. Numbered (*) note should give the author's institutional address and an asterisked (*) note should indicate the correspondence author's e-mail address. Degrees and qualifications should not be included.

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

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

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

Title page

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

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

Abstract

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

Following pages

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

Acknowledgements

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

References

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

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

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

All citations should be listed in the reference list, with the exception of personal communications. References should be listed alphabetically ordered by the author's surname, or first author's surname if there is more than one author at the end of the text.

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

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

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

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

Journal Articles

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

Gürkan, Ş., & Taşkavak, E. (2011). Seasonal condition factors of Syngnathid species from Aegean Sea coasts (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(1): 21-24. doi: 10.12714/egejfas.2011.23.2.1

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

Soutos, 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. Altınelatan (Eds.), *West European Fish Technologists Association Annual Meeting 2010* (pp. 94-98). Izmir, Turkey: Proceedings Book.

Online Articles

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

Tables and Figures

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

Copyright and License

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

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

Proof Sheets and Offprints

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

Page Charges and Reprints

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

Plagiarism Detection

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

Indexes

EgeJFAS is indexed in TUBITAK ULAKBİM TR Dizin, THOMSON REUTERS (Zoological Records), ASFA, CABI, EBSCO, Google Scholar

Corresponding Address

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
Ege University Faculty of Fisheries
35100 Bornova-Izmir, Turkey
Phone: +90 232 311 3838
Fax: +90 232 388 3685
E-mail: editor@egejfas.org

ISSN

1300-1590 (Print)
2148-3140 (Online)

Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 33 Number 1

ISSN 1300-1590

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

- Some biological aspects of Spotted Flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea)
İzmir Körfezi'nde Kancağız Pisi balığının *Citharus linguatula* (L., 1758) bazı biyolojik özellikleri
Efe Ulutürk, Sencer Akalın, Elizabeth Grace Tunka Eronat, Okan Özaydın, Zafer Tosunoğlu 1-6
- Some population characteristics of the pink spiny lobster *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911) caught in the Béni-Saf Bay (Western Algeria)
Lotfi Bensahla Talet, Ahmed Bensahla Talet, Zitouni Boutiba 7-11
- Karina Lagünü (Aydın)'nın Malacostraca faunası
Malacostraca fauna of the Karina Lagoon (Aydın)
Murat Özbek, Kerem Bakır, M. Ruşen Ustaoglu 13-19
- Gökçeada çevresinde zıpkın ile yakalanan kılıç balıklarının (*Xiphias gladius*) yaş ve büyüme özellikleri
Age and growth rates of swordfish (*Xiphias gladius*), caught from Gökçeada Island by harpoon fishing
Cenk Alver, Hakan Ayyıldız, Aytaç Altın 21-26
- Yasadışı trol balıkçılığının engellenmesi için bir öneri: Anti-trol yapay resif uygulaması ve tasarım ölçütleri
A case study for preventing illegal trawl fishery: The application of anti-trawl artificial reef and design criteria
Mesut Ulugöl, F. Ozan Düzbastılar 27-34
- Digenean parasites of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Turkish Black Sea coast
Türkiye'nin Karadeniz kıyısındaki karagöz istavrit balığının (*Trachurus trachurus*) Digenea parazitleri
Türkey Öztürk, Ahmet Özer 35-40
- Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) balığı dokularında kalsiyum ve zeolit kadmiyum birikimine etkisi
The effects of calcium and zeolite on cadmium accumulation in tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) fish tissues
Hikmet Yeter Çoğun, İpek Çimrin Reyhan 41-46
- Dicle Nehri (Türkiye) Oligochaeta (Annelida) faunasının taksonomik açıdan belirlenmesine yönelik bir ön araştırma
A preliminary taxonomical investigation on the Oligochaeta (Annelida) fauna of Tigris River (Turkey)
Melek Zeybek, Seyhan Ahıska, Seray Yıldız 47-53
- Determination of shelf life of Gibel Carp (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinades in different sauces stored at 4 °C
Farklı soslarda 4 °C'da depolanan Gümüşü Havuz Balığı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinatlarının raf ömrünün belirlenmesi
Latif Taşkaya, Yunus Alparslan, Hatice Hasanhocaoğlu Yapıcı, Cansu Metin, Taçnur Baygar 55-61

KISA ARAŞTIRMA SHORT COMMUNICATION

- Kuzeydoğu Akdeniz'de yakalanan kütük balığı (*Hoplostethus mediterraneus*)'nın boy-ağırlık ilişkisi
Length-weight relationship of Mediterranean slimehead (*Hoplostethus mediterraneus*) obtained from northeast Mediterranean
Asiye Başusta, Nuri Başusta, Kağan Buz, Hülya Girgin, Nurcan Dağ 63-65

DERLEMELER REVIEWS

- Kurutulmuş alglerin besin değeri ve gıda olarak kullanımı
The nutritional value of dried algae and the usage as food
Seda Oğur 67-79
- Balıklarda melanomakrofaj merkezleri
Melanomacrophage centers in fishes
A. Erdem Dönmez 81-87



Published by
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey



Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Sahibi Director

Ertan TAŞKAVAK **Dekan Dean**
Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yazı İşleri Müdürü Editor-in-Chief

Ufuk ÇELİK
Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yazı İşleri Müdür Yardımcıları Co-Editors-in-Chief

Hasan M. SARI Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Gürel TÜRKMEN Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yardımcı Editörler Associate Editors

Okan AKYOL Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Osman ÖZDEN Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Bilal ÖZTÜRK Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Erol TOKŞEN Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Zafer TOSUNOĞLU Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Vahdet ÜNAL Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yayın Kurulu Editorial Board

Meriç ALBAY İstanbul University, Turkey
M.Lütfi AVSEVER İzmir Vet. Cont. Inst., Turkey
Serap BİRİNCİOĞLU Adnan Menderes University, Turkey
Javier BORDERÍAS ICTAN-CSIC, Spain
Kurt BUCHMANN University of Copenhagen, Denmark
İbrahim CENGİZLER Çukurova University, Turkey
Semra CİRİK Ege University, Turkey
Şükran ÇAKLI Ege University, Turkey
Melih Ertan ÇINAR Ege University, Turkey
Yılmaz ÇİFTÇİ Ordu University, Turkey
M.Cengiz DEVAL Akdeniz University, Turkey
Mark DIMECH FAO Fish. Aqua. Dept., Greece
Özdemir EGEMEN Ege University, Turkey
Bella GALIL Nat. Inst. Ocean., Israel
Ercüment GENÇ Ankara University, Turkey
Ana GORDOA CEAB-CSIC, Spain
Mustafa ÜNLÜSAYIN Akdeniz University, Turkey
Arif GÖNÜLOL Ondokuz Mayıs University, Turkey
Gertrud HAIDVOGL Uni. Nat. Res. Life Sci., Austria
Chiaki IMADA Tokyo Uni. Marine Sci. Tech., Japan
F.Saadet KARAKULAK İstanbul University, Turkey
Süphan KARAYTUĞ Mersin University, Turkey
Tuncer KATAĞAN Ege University, Turkey
Murat KAYA Ege University, Turkey
Nilgün KAZANCI Hacettepe University, Turkey
Ferah KOÇAK Dokuz Eylül University, Turkey
Metin KUMLU Çukurova University, Turkey
Okan KÜLKÖYLÜOĞLU Abant İzzet Baysal University, Turkey
Marcelo de Castro LEAL University of Lavras, Brazil
Aynur LÖK Ege University, Turkey
K.Karal MARX Fisheries College and Research Institute, India
Jörg OEHLenschläger Seafood Consultant, Germany
Hüseyin ÖZBİLGİN Mersin University, Turkey
Müfit ÖZULUĞ İstanbul University, Turkey
Giuliana PARISI University of Florence, Italy
Şahin SAKA Ege University, Turkey
Hülya SAYGI Ege University, Turkey
Radu SUCIU Danube Delta National Institute, Romania
Cüneyt SÜZER Ege University, Turkey
Tamás SZABÓ Szent István University, Hungary
William W. TAYLOR Michigan State University, USA
Mümtaz TIRAŞIN Dokuz Eylül University, Turkey
Adnan TOKAÇ Ege University, Turkey
Sühendan Mol TOKAY İstanbul University, Turkey
M. Ruşen USTAOĞLU Ege University, Turkey
Hijran YAVUZCAN Ankara University, Turkey
Argyro ZENETOS Hellenic Centre for Marine Research, Greece

Yayın Ofisi Editorial Office

Halise KUŞÇU M. Tolga TOLON

Tarandığı indeksler Indexed by TUBITAK ULAKBIM TR Dizin, THOMSON REUTERS (Zoological Records), ASFA, CABI, EBSCO, Google Scholar

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

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

Basım Tarihi Printing Date
March, 2016

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

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Some biological aspects of Spotted Flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea)

İzmir Körfezi'nde Kancağız Pisi balığının *Citharus linguatula* (L., 1758) bazı biyolojik özellikleri

Efe Ulutürk* • Sencer Akalın • Elizabeth Grace Tunka Eronat • Okan Özaydın • Zafer Tosunoğlu

Ege University, Faculty of Fisheries, 35100 Bornova-Izmir, Turkey

*Corresponding author: efeuluturk@gmail.com

Received date: 12.10.2015

Accepted date: 07.01.2016

How to cite this paper:

Ulutürk, E., Akalın, S., Tunka-Eronat, E.G., Özaydın, O. & Tosunoğlu, Z. (2016). Some biological aspects of Spotted Flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in Izmir Bay (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 1-6. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.01)

Abstract: In this study, some biological features of spotted flounder *Citharus linguatula* (L., 1758) were investigated from Izmir Bay. 2555 specimens were captured with bottom trawl net by R/V Egesuf between January 2005-May 2006. It is determined that the samples of population distributed between I-VI age groups. Minimal, maximal and mean total length were established as 9.1cm, 23.9 cm and 15.90±0.096 cm, respectively. Minimal, maximal and mean weights were found as 5.02g, 105.34g and 32.06±0.61g, respectively. The weight-length relationships and von Bertalanffy growth equations were calculated as $W=0.005*L^{3.14}$, $r=0.98$, $L_t=27.38$ * $[1-e^{-0.2142(t+1.6353)}]$.

Keywords: Aegean Sea, Izmir Bay, spotted flounder, *Citharus linguatula*

Öz: Bu çalışmada, İzmir Körfezi'nde kancağız pisi balığının *Citharus linguatula* (L., 1758) bazı biyolojik özellikleri tespit edilmiştir. Ocak 2005–Mayıs 2006 tarihleri arasında, İzmir Körfezi'nden Egesuf Araştırma Gemisi'nden trol ağı ile aylık olarak toplam 2555 adet elde edilmiştir. Bireylerin I-VI yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır. Minimum, maksimum ve ortalama total boy sırasıyla, 9,1cm, 23,9cm ve 15,90±0,096 cm'dir. Minimum, maksimum ve ortalama ağırlık sırasıyla, 5,02g, 105,34g ve 32,06±0,61 g'dır. Total boy-ağırlık ilişkisi esas alınarak hesaplanan boy ağırlık ilişkileri, $W=0,005*L^{3.14}$, $r=0,98$ olarak tespit edilmiştir. von Bertalanffy büyüme parametreleri tüm bireyler için $L_t=27,38$ * $[1-e^{-0.2142(t+1.6353)}]$ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ege Denizi, İzmir Körfezi, Kancağız pisi balığı, *Citharus linguatula*

INTRODUCTION

Citharus linguatula is a small and demersal flatfish species which inhabits soft sandy-muddy bottoms, about 200-300m depths and it is distributed across the Mediterranean and Atlantic (Nielsen, 1986). Spotted flounder most likely to be inhabited at depths between 10 and 100m (Sartor et al., 2002).

Citharus linguatula is commercially important species in Atlantic and Mediterranean waters. In Portugal, they were landed 39 937 kg/per year between 1992 and 2005 and also Portugal sea food industry made profit by spotted flounder sells (98 415 €/per year) (Teixeira et al., 2011). Spotted flounders are also economically important flatfish species as bycatch, especially bigger than 18 cm, in Greece (Vassilopoulou, 1994). Spotted flounder is found in Marmara sea, Aegean and Mediterranean seas, coasts of Turkey (Bilecenoglu, 2002) and also important species in Edremit bay (Çakır et al., 2005), in

Izmir bay (Bayhan et al., 2009)

There are many studies on *Citharus linguatula* in Mediterranean and Atlantic Ocean. Studies are focused on distribution in Adriatic sea (Jardas, 1983), in Mediterranean (Sartor et al., 2002), egg and larvae distribution and features from Spanish coast (Sabates, 1988), population biology in Adriatic (Jardas, 1984), in Greek waters (Vassilopoulou and Papaconstantinou, 1992; 1994), in Turkish seas (Özaydın et al., 2003; Çakır et al., 2005 and Bayhan et al., 2009) and in Portugal waters (Teixeira et al., 2010), its feeding habits in Adriatic sea (Jardas, 1984), in Spanish waters (Redon, 1994), in Italian waters (Carpentieri et al., 2010) and in Portugal waters (Teixeira et al., 2010). After all there were many data on weight and length relationships of the spotted flounders in several studies (Dulčić and Kraljević, 1997; Moutopoulos and Stergiou,

2002; Mendes et al., 2004; Karakulak et al., 2006).

The main aim of the our study is to determine growth parameters of the spotted flounder in Izmir Bay (Aegean Sea)

MATERIAL AND METHODS

Total of 2555 *Citharus linguatula* specimens were collected montly from Izmir Bay (Aegean Sea) (Figure 1) between January 2005 and May 2006. The samplings were carried out by research vessel EGESUF with a conventional trawl net (cod-end mesh size of 44 mm) and surveys were performed on sandy-muddy bottoms with a depth of 30 to 50 m. After sampling total length (TL) was measured to the nearest 0.1 cm and weight to the nearest 0.01 g.

The sagittal otoliths were used for age reading. After removing the otoliths, they were cleaned in %4 NaOH solutions and stored in u-plate. Before reading the ages, they were exposed to alcohol series (%70, %50, %30, %10). Otoliths were placed in a black petri dish containing glycerin. They were read under reflected light of a stereo zoom microscope at a magnification of 4.5X zoom range.

The relationship between length and weight was estimated as $W = aL^b$, where W is body weight (g), L is total length (cm),

and a and b are coefficient of the equation (Ricker, 1975). The parameter "b" shows the growth type (Froese, 2006).

The growth model was formulated by $L_t = L_{\infty} [1 - \exp(-K(t - t_0))]$ where L_t is the length at age t, L_{∞} is the maximum asymptotical TL, K is the growth coefficient, and t_0 is the theoretical age of the fish prior to hatching from the egg (Sparre et al., 1989). The growth performance index (Φ') was calculated by using von-Bertalanffy growth equations (VBGE) parameters thus this formula was $\Phi' = \log(k) + 2\log(L_{\infty})$ where k and L_{∞} are the VBGE parameters (Pauly and Munro, 1984).

The sex was determined and gonads were staged macroscopically by using gonad stage scale which was stated by Teixeira et al. (2010). This scale has four stages: 1 = immature, 2 = maturing, 3 = ovipositing, and 4 = postoviposition (Teixeira et al., 2010). The gonadosomatic index was formulated as follows: $GSI = [\text{gonad weight} \times (\text{body weight} - \text{gonad weight})] \times 100$ by King (1995). The average GSI values were calculated monthly from January 2005 to May 2006 for males and females to determined spawning season.

Student's t-test was used to test the significance of the difference between males and females length.

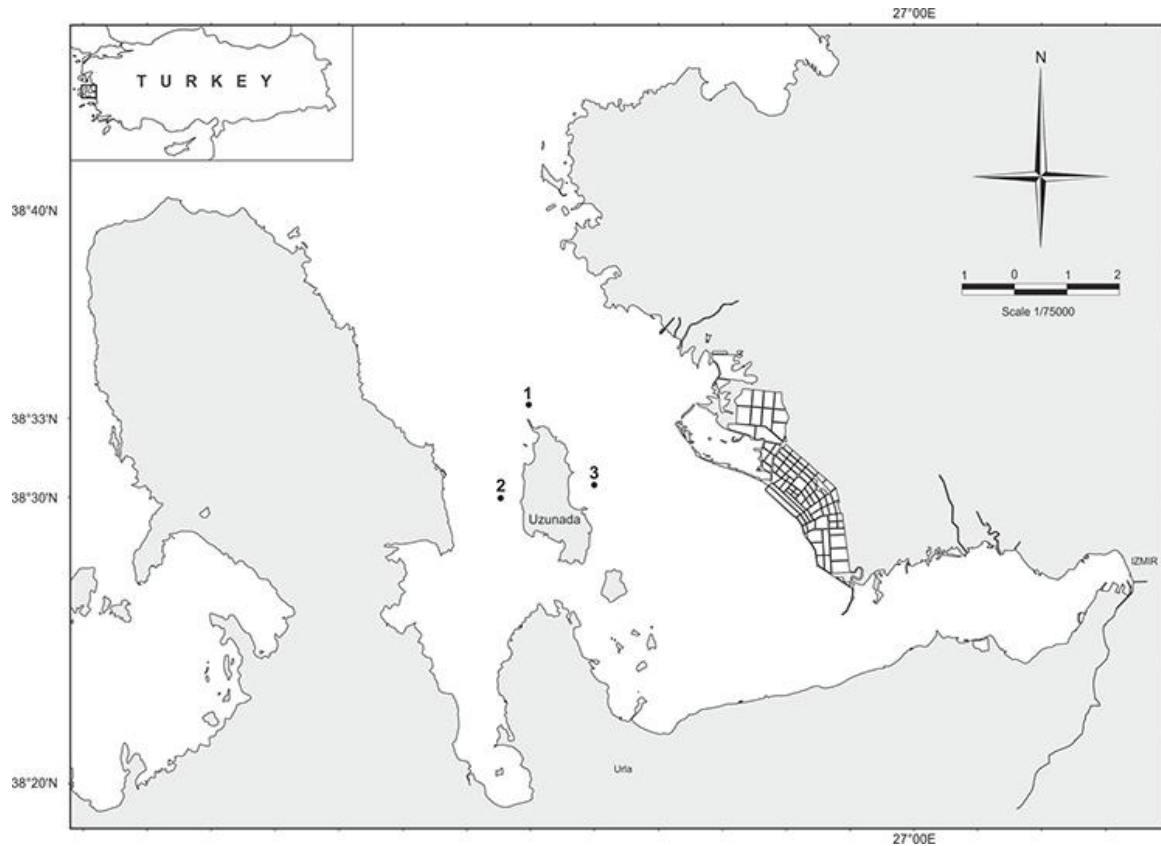


Figure 1. Sampling locality of *Citharus linguatula* in Aegean Sea

RESULTS

Length, Weight, Age and Sex Distribution

A total of 2555 specimens were examined with 59.4% (n=1518) was female, 38.1% (n=973) was male and %2.5 (n=64) was indetermined individual. The ratio of female to male was 1:0.64. Significant differences were observed between

sexes ($\chi^2=59,62$ $p\leq 0.05$). Measured Total length values of overall, female and male specimens ranged from 9.1-23.9 cm, 9.1-23.9 cm and 9.1-19.6 cm respectively. Weight values for overall, female and male specimens were in order of 5.02-105.34 g, 5.32-105.34 g and 5.6-60.84 g (Table 1). It was found that there was significant difference between length of male and female individuals. Females were larger than males (df: 972 $p<0.05$).

Table 1. Range and mean of total length (cm) and weight (g) values of Spotted flounder from Izmir bay (Aegean Sea)

		N	Range	Mean $\pm$ CI.
Females	Total Length	1518	9.2-23.9	17.1 $\pm$ 0.1
	Weight	1518	5.3-105.3	40.0 $\pm$ 0.7
Males	Total Length	973	9.1-19.6	14.1 $\pm$ 0.1
	Weight	973	5.6-60.84	21.8 $\pm$ 0.5

A total of 2491 specimens were aged. The results of age distribution and sex ratio between ages are given in Table 2. Ages of overall, female (n=1518) and male (n=973) ranged between 1 to 6, 1 to 6, 1 to 4 respectively. Most individuals were obtained from group of II years old fish for all specimens, III

years old for females, II years old for males. *Citharus linguatula* specimens showed that sexual age differentiations because females reached older ages than males (Table 2). Minimum, maximum and mean values of total length by ages of males, females and overall is given in Table 3.

Table 2. Age distribution of *C. linguatula* specimens in Izmir Bay

Ages	Males		Females		All Fish		♀:♂
	N(♂)	%N	N(♀)	%N	N	%N	
I	247	9,92	53	2,13	300	12,04	1:4,66
II	614	24,65	416	16,70	1030	41,35	1:1,47
III	103	4,13	522	20,96	625	25,09	1:0,19
IV	9	0,36	425	17,06	434	17,42	1:0,02
V			86	3,45	86	3,45	-
VI			16	0,64	16	0,64	-
Σ	973	39,06	1518	60,94	2491	100,00	1-0,64

Table 3. Mean, minimum, maximum and standard deviation of length value per age groups of *C. linguatula* specimens

Ages	N	Mean TL $\pm$ C.I	Min.	Max.	S.D.
Males					
I	247	11,81 $\pm$ 0,10	9,10	13,00	0,83
II	614	15 $\pm$ 0,06	13,10	16,00	0,77
III	103	16,73 $\pm$ 0,09	16,10	18,00	0,47
IV	9	18,74 $\pm$ 0,36	18,20	19,60	0,47
Females					
I	53	12 $\pm$ 0,22	9,20	13,00	0,82
II	416	15 $\pm$ 0,08	13,10	16,00	0,81
III	522	17,1 $\pm$ 0,05	16,10	18,00	0,56
IV	425	19 $\pm$ 0,05	18,10	20,00	0,54
V	86	21 $\pm$ 0,12	20,10	22,00	0,55
VI	16	22 $\pm$ 1,05	22,10	23,90	0,51
All Fish					
I	300	11,87 $\pm$ 0,09	9,10	13,00	0,84
II	1030	15 $\pm$ 0,05	13,10	16,00	0,80
III	625	17 $\pm$ 0,1	16,10	18,00	0,56
IV	434	19 $\pm$ 0,05	18,10	20,00	0,54
V	86	21 $\pm$ 0,12	20,10	22,00	0,55
VI	16	22 $\pm$ 0,12	22,10	23,90	0,51

Growth and Length-Weight Relationships

Parameters of von-Bertalanffy growth equation were calculated for all the individuals, females and males (Table 4).

As mentioned before the equations L_{∞} parameter for females and males; were, 27.60 cm, 23.26 cm respectively. Other parameter values are given in Table 1. Length-Weight relationships were calculated as $W = 0,005 L^{3,144}$ for overall;

$W = 0,005 L^{3.146}$ for females and as $W = 0,0053 L^{3.126}$ for males. According to student's t-test, we observed positive allometric growth for overall ($b = 3.144$; $p \leq 0.05$), females ($b = 3.146$; $p \leq 0.05$) and males ($b = 3.126$; $p \leq 0.05$) (Table 5).

Table 4. Growth parameters of *Citharus linguatula*

	N	k	t_0	L_{∞}
Males	973	0,286	-1,429	23,7
Females	1518	0,2073	-1,733	27,6

Reproduction

Means of GSI values of female and male is given per month (only January 2005 to December 2005) in Figure 2. Highest mean of GSI value of female was in August 2005 and GSI mean

value of female was increased between July 2005 and September 2005. Therefore, values of GSI started to decrease in October 2005 and the lowest value was in March 2005 (Figure 2).

Highest mean of GSI value of male specimens was in November 2005 and also GSI values of male spotted flounder had an up and down curve at sampling period (Figure 2) but especially at spawning period their GSI values was increased.

Table 5. Length and Weight Relationship parameters of *C. linguatula* specimens

	N	a	b	r	Growth Type
Males	973	0.005	3.126	0.9813	A(+)
Females	1518	0.005	3.146	0.9809	A(+)
All Fish	2555	0.005	3.144	0.9876	A(+)

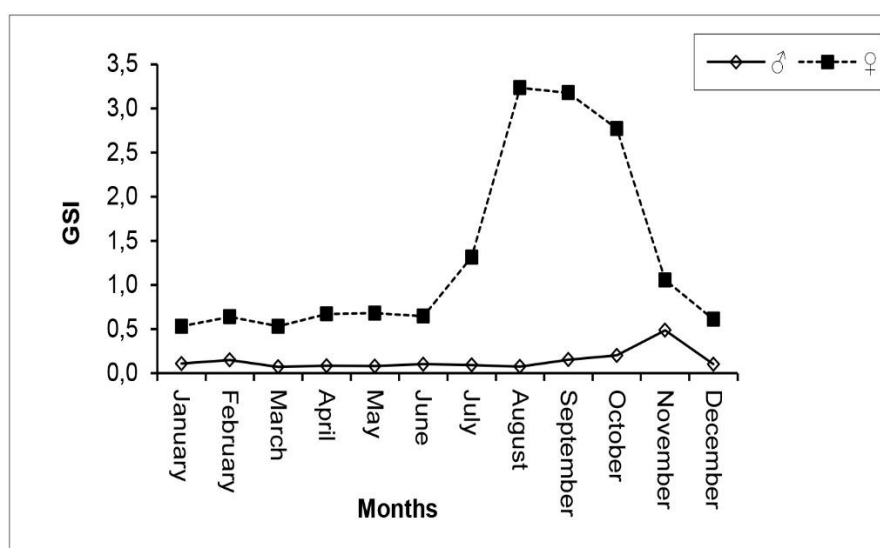


Figure 2. Mean GSI values of *C. linguatula* specimens for males and females

DISCUSSION

In this study, we observed that growth rates were different for males and females. Males growth rate (von bertalanffy $k = 0.286$) was greater than females ($k = 0.207$), on the other hand asymptotic length of females specimens ($L_{\infty} = 27.6$) was higher than males ($L_{\infty} = 23.7$). Same result was stated by Vassilopoulou and Papconstantinou, 1994. They estimated that k value of male specimens ($k = 0.296$) was higher than females ($k = 0.257$), and they found asymptotic length of females ($L_{\infty} = 25.8$) was higher than males ($L_{\infty} = 22.9$). However, Teixeira et al., 2010, found asymptotic length of female ($L_{\infty} = 30.8$) was lower than male ($L_{\infty} = 30.2$) and also k value of females ($k = 0.19$) was higher than male ($k = 0.15$). They also mentioned that asymptotic lengths for some flatfish species, which are *Lepidorhombus boscii*, *Platichthys flesus* and *Microchirus*

azevia, were higher for females than males except for *C. linguatula* (Teixeira et al., 2010).

This differentiation was conditioned by several reasons which effected the growth of spotted flounders (Latitudinal variations, temperature, food ingestion, etc.) (Teixeira et al., 2010).

Teixeira et al. (2010), also mentioned that asymptotic length of *C. Linguatula*'s is higher than other research, which were in the eastern Mediterranean. The estimate von Bertalanffy parameters stated in this work were similar to other studies of spotted flounder, except for Teixeira et al. (2010) (Table 6).

In this study, age determination showed that six different age groups (I-II-III-IV-V-VI) for spotted flounder. Furthermore, males and females have shown different age groups which

females were older than males. The oldest female was estimated as 6 years old and the oldest male was 4 years old. Most of the individuals were from II years old age group, females were III and males were II years old. The comparison of age for spotted flounder specimens from different locations given in Table 7.

To determine spawning season of *C. linguatula* examined GSI index values by the monthly. We estimated the spawning season between August to November. There are few studies on reproduction of *C. linguatula*. Similar results have been stated the spawning season to be between August to November in Spain coast and in western part of Mediterranean sea (Sabastes, 1988). Other studies and similar results from Portuguese coast mentioned the spawning season between late Summer to Autumn (Teixeira et al., 2010).

In this study, the growth type of spotted flounder was observed as positive allometric. Other studies on spotted flounders weight and total length relationship form Turkish seas and different locations were found positively allometric growth (Vassilopoulou and Papaconstantinou, 1994; Dulcic and Kraljevic, 1997; Cakir et al. 2005, Karakulak et al. 2006; Bayhan et al., 2009), on the other hand some studies found negatively allometric growth (Mendes et al., 2004). This difference was stated by several authors such as Moutopoulos and Stergiou (2002), indicate that the specimen amount, location's differences (Latitudinal variations) and seasonal differences effect b values. Also Froese (2006) mentioned that "a" and "b" parameters of WLR equation were affected by several reasons such as environmental conditions, gonad development, habitat differences, sex, diet, catching methods and number of specimens.

Table 6. von-Bertalanfy growth parameters comparasion between this study and other research on *C. Linguatula*

Area	Locality	Reference	Sex	L _∞ (cm)	k (year ⁻¹)	t ₀ (year)
Mediterranean	Aegean Sea	Vassilopoulou and Papaconstantinou(1994)	♀	25.8	0.257	-0.417
			♂	22.9	0.296	-0.457
	Aegean Sea (Edremit Bay)	Çakır et al. (2005)	All fishes	25.7	0.257	-0.430
			All fishes	25.3	0.25	-1.680
	Aegean Sea (Izmir Bay)	Bayhan et al. (2009)	All fishes	26.2	0.301	-0.621
			♀	27.6	0.207	-1.730
	Aegean Sea (Izmir Bay)	This Study	♂	23.7	0.286	-1.429
			All fishes	27.4	0.214	-1.635
Atlantic	Portuguese coasts	Teixeira et al. (2010)	♀	30.2	0.19	-3.40
			♂	30.8	0.15	-4.40

Table 7. Age distribution comparasions between this study and other

Area	Locality	reference	Sex	Age
Mediterranean	Aegean Sea	Vassilopoulou and Papaconstantinou (1994)	♀	0-VII
	Aegean Sea (Edremit Bay)	Çakır et al. (2005)	♂	0-V
	Aegean Sea (Izmir Bay)	Bayhan et al. (2009)	All fishes	I-IV
	Aegean Sea (Izmir Bay)	This Study	All fishes	I-IV
			♀	I-IV
Atlantic	Portuguese coasts	Teixeira et al. (2010)	♂	I-VI
			All fishes	I-VI
			All fishes	I-VII

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Ege University Scientific Research Fund (project No: 2004/SÜF/004). The authors would

like to thank all the staff and students who helped on laboratory and survey studies. We thank to Prof. Dr. Melahat TOĞULGA for her support.

REFERENCES

- Bayhan, B., Sever, T. M. & Taşkavak, E. (2009). Age and feeding habits of Atlantic spotted flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Pleuronectiformes) from central Aegean Sea of Turkey. *North-Western Journal of Zoology*, 5(2): 330-337.
- Bilecenoğlu, M., Taşkavak, E., Mater, S. & Kaya, M. (2002). Checklist of the marine fishes of Turkey, 1. *Zootaxa*, 13: 1-194.
- Carpentieri, P., Cantarelli, T., Colloca, F., Criscoli, A. & Ardizzone, G. (2010). Feeding behaviour and daily ration of the spotted flounder *Citharus*

- linguatula* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) in the central Tyrrhenian Sea. *Scientia Marina* 74(4): 659-667. doi: [10.3989/scimar.2010.74n4659](https://doi.org/10.3989/scimar.2010.74n4659)
- Çakır, D.T., Bayhan, B., Hossucu, B., Unluoglu, A. & Akalin, S. (2005). Some parameters of the population biology of spotted flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) in Edremit Bay (North Aegean Sea). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29: 1013-1018.
- Dulcic, J. & Kraljevic, M. (1997). Corrigendum to "Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters)". *Fisheries Research*, 30: 169-171. doi: [10.1016/S0165-7836\(97\)00555-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(97)00555-9)
- Froese, R. (2006). Cubelaw, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal Applied Ichthyology*, 22: 241-253. doi: [10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x)
- Jardas, I. (1983). *Citharus macrolepidotus* (Bloch, 1787) (Pisces, Pleuronectiformes) Horizontal and vertical distribution in the Adriatic Sea. *Acta Biologica Jugosl (e Ichthyol.)*, 15(2): 23-28.
- Jardas, I. (1984). *Citharus macrolepidotus* (Bloch, 1787) (Pisces, Pleuronectiformes) Nourishment and length-weight relationships in the Adriatic Sea. *Acta Biologica Jugosl (e Ichthyol.)*, 16 (1,2): 1-4.
- Karakulak, S., Erk, H. & Bilgin, B. (2006). Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 274-278. doi: [10.1111/j.1439-0426.2006.00736.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00736.x)
- Mendes, B., Fonseca, P. & Campos, A. (2004). Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 355-361. doi: [10.1111/j.1439-0426.2004.00559.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00559.x)
- Moutopoulos, D. K. & Stergiou, K. I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18: 200-203. doi: [10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x)
- Nielsen, J. G. (1986). Citharidae p. 1286 In Whitehead P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J. and Tortonese, E. (Eds), *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean Volume III* (pp. 517-1007), Paris, UNESCO.
- Özaydin, O., Taşkavak, E. & Akalin, S. (2003). Preliminary study on the growth of the spotted flounder *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea. (in Turkish with English abstract). *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 1: 50-55.
- Pauly, D. & Munro, J.L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*, 2(1): 21.
- Redon, M. J., Morte, M. S. & Sanz-Brau, A. (1994). Feeding habits of the spotted flounder *Citharus linguatula* of the eastern coast of Spain. *Marine Biology*, 120: 197-201. doi: [10.1007/BF00349679](https://doi.org/10.1007/BF00349679)
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of Environment, Fisheries and Marine Service, Ottawa, ON. 382 pp.
- Sabates, A. (1988). Larval development and spawning of *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758) in the western Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 10(6): 1131-1140. doi: [10.1093/plankt/10.6.1131](https://doi.org/10.1093/plankt/10.6.1131)
- Sartor, P., Sbrana, M., Ungaro, N., Marano, C. A., Piccinetti, C., Manfrin & Piccinetti, G. (2002). Distribution and abundance of *Citharus linguatula*, *Lepidorhombus boscai* and *Solea vulgaris* (Osteichthyes: Pleuronectiformes) in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 66(2): 83-102.
- Sparre, P., Ursin, E. & Venema, S.C. (1989). Introduction to Tropical Fish stock Assessment. Part 1, Manual, *FAO Fish. Tech. Paper*, No. 306-1, FAO: Rome, 337 pp.
- Teixeira, C. M., Batista, M. I. & Cabral, H. N. (2010). Diet, growth and reproduction of four flatfishes on the Portuguese coast. *Scientia Marina*, 74(2): 223-233. doi: [10.3989/scimar.2010.74n2223](https://doi.org/10.3989/scimar.2010.74n2223)
- Teixeira, C. M., Batista, M. I. & Cabral, H. N. (2011). Landing profiles and typologies of flatfish fisheries on the Portuguese coast. *Aquatic Living Resources*, 24: 169-182. doi: [10.1051/alr/2011134](https://doi.org/10.1051/alr/2011134)
- Vassilopoulou, V. & Papaconstantinou, C. (1992). A preliminary study of the biology of the spotted flounder, in the North Aegean Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 33.
- Vassilopoulou, V. & Papaconstantinou, C. (1994). Age, growth and mortality of the spotted flounder (*Citharus linguatula* Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, 58(3): 261-267.
- King, M. (1995). *Fisheries Biology, Assessment and Management*, Fishing News Books, 352p.
- Ulutürk, E., Kaya M. & Irmak E. (2010). The importance of flatfishes (Pisces / Pleuronectiformes) of the World and Turkish seas (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(2): 101-108.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Some population characteristics of the pink spiny lobster *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911) caught in the Béni-Saf Bay (Western Algeria)

Lotfi Bensahla Talet^{1*} • Ahmed Bensahla Talet² • Zitouni Boutiba¹

¹ Laboratoire Réseau de Surveillance Environnementale (LRSE). University of Oran1 Ahmed BENBELLA. Oran 31000 – Algeria

² Laboratoire d'Aquaculture et Bioremédiation (AQUABIOR). University of d'Oran1 Ahmed BENBELLA. Oran 31000 - Algeria

*Corresponding author: btlotfi77@hotmail.fr

Received date: 27.08.2015

Accepted date: 12.01.2016

How to cite this paper:

Bensahla Talet, L., Bensahla Talet, A., & Boutiba, Z. (2016). Some population characteristics of the pink spiny lobster *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911) caught in the Béni-Saf Bay (Western Algeria). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 7-11. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.02](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.02)

Abstract: This study is aimed to pinpoint the morphometrics, state of exploitation dynamic in order to assess the *P. mauritanicus* (Gruvel, 1911) stock. Specimens were caught by trawlers operating in Béni-Saf Bay. In total 121 individuals were collected: 60 males (49.58%) and 61 (50.41%) females, χ^2 test ($p < 0.05$) didn't show any significant difference between the two sexes. FISAT II software was used to estimate growth parameters, recruitment, mortality and exploitation rates. Total length-total weight, total length, carapace length equations parameters for the entire population were respectively $TW = 0.0363 \cdot TL^{2.858}$, $\log TL = 0.802 \cdot \log CL + 0.631$ indicating a negative allometry growth. The parameters of Von Bertalanffy were: $L_{\infty} = 32.03$ cm, $K = 0.18$ yr⁻¹ and $t_0 = -0.16$ year⁻¹. Total mortality was estimated $Z = 0.760$ yr⁻¹, natural maturity $M = 0.458$ yr⁻¹, fishing mortality $F = 0.302$ yr⁻¹ and exploitation ratio $E = 0.397$ reflecting a situation near the full exploitation of the resource.

Keywords: *Palinurus mauritanicus*; fishery; mortality; exploitation; Béni-Saf Bay

INTRODUCTION

The fishery products (fish, crustaceans, shellfish) landed daily at our fisheries continue to decline day by day. The effort and resources deployed at sea to meet the growing needs of a population strongly piscivorous are the major cause of the rarity of some species followed by anthropic actions that destroy aquatic environment (tourism, pollution, over fishing, excessive trawling). The approach of our work seeks to enhance and preserve the pink spiny lobster *Palinurus mauritanicus* and attempt to assess the current status of the population.

P. mauritanicus is a high economic value species occurring in the Eastern Atlantic from western Ireland (53° N; Mercer, 1973) to southern Senegal (14° N; Vincent-Cuaz, 1958) and in all the Western Mediterranean from Gibraltar to Sicily, west of 16° E, not in the Adriatic (Holthuis, 1991). It is frequent in the western Atlantic Ocean from Ireland to Senegal, in western Mediterranean we found it in Libya, Sicily, Sardinia, Corsica and Gibraltar but stay very abundant in Mauritania and Rio de Oro waters, at depths ranging between 150 to 300 meters. Generally fished by trawlers at depth ranging from 180 to 600 m but the baited cylindrical traps stay the most selective and appropriate tool for this crustacean. In the western Mediterranean mostly between 400 and 500 m on rocky and coral substrates, as well as on mud.

In Béni-Saf Bay *P. mauritanicus* is found around Rachgoun Island (Pers. obs) that have suitable rocky substrates. It

commands high prices supporting the local economy. In the past the pink spiny lobster was caught using baited traps, but now this gear has practically disappeared to be replaced almost exclusively by non-selective gears trammel nets (Goñi et al., 2003a) and trawl. With the replacement of traps, fishing effort on has increased contributing a lot in the decline of the exploitable stock.

Many works exist on the European spiny lobster *Palinurus elephas* but scarce data are available for *P. mauritanicus* (Maigret, 1978; Campillo and Amadei, 1978; Boitard, 1981; Caverivière et al., 1986; Minchin, 1989; Diop, 1990; Goñi and Latrouite, 2005) and especially concerning the Algerian waters except the works of Bensahla Talet et al., 2011 and Bachir Boudjra et al., 2014 focusing on ecology and some aspects of reproduction of this decapod.

The weight-length relationship (WLR) is a necessary parameter in fishery assessment. In sampling programs, it is usually easier to measure length only (e.g., because of the bobbing motion of the boat), or weight cannot be measured simply (e.g., underwater visual censuses). The WLR of a particular species allows the inter-conversion of these parameters (Morey et al., 2003). Also, morphometric comparisons can be made between species and populations (Gonçalves et al., 1997). Added to this, the WLR allows specimens condition to be estimated in relation to different

environmental conditions. The relationship between Total length, carapace length and total body weight are described for the first time in this paper concerning *P. mauritanicus* living in Béni-Saf Bay. The relationship between total length (TL), carapace length (CL) can be a useful tool given that the minimum landing size is expressed as TL an easier and faster measure to take (Latrouite and Noel, 1997; Secci et al., 2000; Tidu et al., 2004) allowing us to convert the two measures easily.

MATERIAL AND METHODS

Samples of *P. mauritanicus* were collected monthly (Fig. 1) between June and December 2001 caught by trawlers (mesh size 40 mm) operating in Béni-Saf Bay at depths ranging between 15 to 300 m.

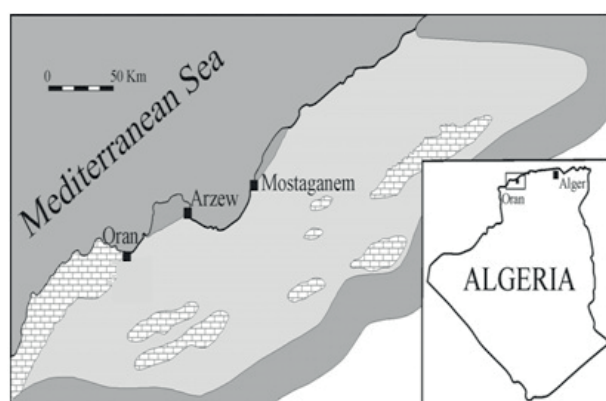


Figure 1. Sampling zone

Biological informations (sex, individual length and weight) (Fig. 2) were recorded during landings [with respect of a Minimum landing size set up by Algerian legislation fixed at 10 cm of CL (JORADP,2004)].

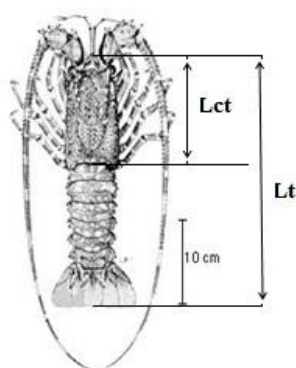


Figure 2. Measurements made on *P. mauritanicus* specimens

After the macroscopically sex determination, deviation from 1:1 null hypothesis was statistically tested by χ^2 test. Total (TL) and carapace length (CL) were measured to the nearest mm and total weight (TW) to the nearest g. Mean length comparison was performed with t-test (Zar,1999). The Length weight

relationship is expressed as; $TW = aTL^b$ (Ricker, 1973) where TW is total body weight (g), TL is total length (cm). Also relationship between TL and CL was established with the following equation: $\text{Log TL} = b \text{ Log CL} + \text{Log a}$ (b the slope and a the intercept for the two equations) In order to confirm if values of b obtained in regressions were significantly different from isometric value ($b=3$ or $b=1$), the null hypotheses of isometric growth were tested by the t-test (Zar,1999).

Parameters of the Von Bertalanffy growth equation were estimated using ELEFAN I method (FISAT II: Gayanilo et al., 1989) grouping the population in length classes of 1 cm (Carapace Length, CL). Growth performance index was calculated using Munro and Pauly,1983 equation: $\Phi = 2 \text{ Log } L_{\infty} + \text{Log K}$. The total mortality (Z) was estimated using Jones van Zalinge (1981) plot. Pauly's (1983) equation was used to determine natural mortality; $\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(K) + 0.463 \ln(T)$ [T: annual mean temperature of Béni-Saf bay 17.5°C] (Zemenzer,2011). Fishing mortality (F) was deducted from the equation: $Z = M + F$, so $F = Z - M$ and exploitation rate from $E = F/Z$ (Gulland, 1971).

RESULTS

In total 121 individuals were collected (table 1) 60 (49.58%) were males (TL:20-53.3 cm) and 61 (50.41%) were females (TL:25-53.2 cm) (figure 3), ranging in weight between 275 and 4000 g for males and between 330 and 3100 g for females. Males (40.68 ± 80.77) and females (40.32 ± 68.12) mean length were not significantly different (t-test, $p < 0.05$) (figure 3). Also χ^2 test ($p < 0.05$) didn't show any significant difference between the two sexes.

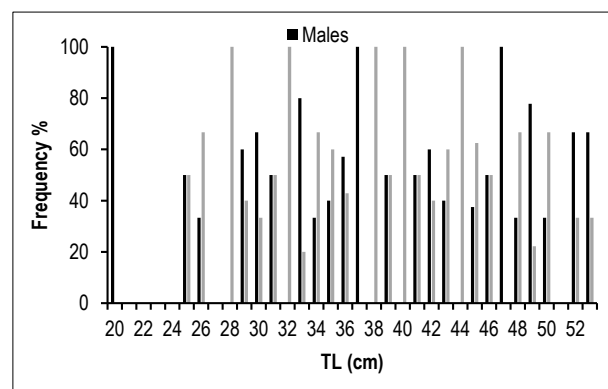


Figure 3. Length frequency distribution of males and females of *P. mauritanicus* specimens caught in Béni-Saf Bay

Table 1. Maximum and minimum values of the total length, carapace length and total weight for all population of *P. mauritanicus* specimens off Béni-Saf Bay

Sex	n	TL (mm)		TW (g)		CL (mm)	
		min	max	min	max	min	max
Female	61	250	532	300	3100	9.7	30
Male	60	200	533	275	4000	9.7	24
Both	121	200	533	275	4000	9.7	30

Length–weight and length–length regression parameters estimated for males, females and all individuals are presented

in Table 2. The length–weight relationships were well correlated ($0.853 < r^2 < 0.869$) found statistically significant and the null hypothesis ($H_0: b=3$ was rejected), a negative allometric growth was observed for the three different groups (t-test, $P < 0.05$, $t_{obs} > t_{th} = 1.65$, $n > 120$).

Length–length relationships were better correlated ($0.931 < r^2 < 0.905$) than the previous relationship and found statistically significant and the null hypothesis $H_0: b=1$ was rejected, a negative allometric growth was observed for the three different groups (t-test, $P < 0.05$, $t_{obs} > t_{th} = 1.65$, $n > 120$).

Table 2. Range and mean of total length (cm) and weight (g) values of Spotted flounder from Izmir bay (Aegean Sea)

Sex	Allometric relation	Allometric equation	Determination coefficient (r^2)	95% CI of b	Relationship t-test
Female	TW/TL	$TW = 0.0283 \cdot TL^{2.909}$	0.858	2.80-2.92	A-
Male	TW/TL	$TW = 0.0513 \cdot TL^{2.781}$	0.869	2.72-2.84	A-
Both	TW/TL	$TW = 0.0363 \cdot TL^{2.858}$	0.853	2.76-2.92	A-
Female	TL/CL	$\text{Log TL} = 0.802 \cdot \text{Log CL} + 0.631$	0.908	0.78-0.82	A-
Male	TL/CL	$\text{Log TL} = 0.750 \cdot \text{Log CL} + 0.682$	0.931	0.55-0.94	A-
Both	TL/CL	$\text{Log TL} = 0.763 \cdot \text{Log CL} + 0.673$	0.905	0.74-0.78	A-

Growth parameters of the von Bertalanffy equation for *P. mauritanicus* (Table 3) were estimated as $CL_{\infty} = 32.03$ cm, $K = 0.18$ year⁻¹, $t_0 = -0.16$ year. Growth performance index Φ was

found to be equal to 2.266. The results of Total (Z), natural (M), fishing (F) mortalities, exploitation rate (E) were estimated for all the individuals as 0.760, 0.458, 0.397 respectively.

Table 3. Von Bertalanffy growth parameters, growth index, total, natural, fishing mortalities and exploitation rate (E) for all individuals of *P. mauritanicus* fished in Béni-Saf Bay

	n	CL_{∞} (mm)	K (yr ⁻¹)	t_0 (yr)	Φ	Z	M	F	E
All samples	121	320.3	0.18	-0.16	2.266	0.760	0.458	0.302	0.397

DISCUSSION

It appears that *P. mauritanicus* from Béni-Saf Bay had a negative allometric growth ($b < 3$, $t > t_{0.05} = 1.65$) showing that increase in length is faster than increase in weight an observation already made by others authors in other localities (Boitard, 1981; Caverivière et al., 1986; Minchin, 1989; Diop,

1990). Comparing our results of the equation total length versus carapace length in other regions (Table 4) led us to conclude that females records negative growth rate of TL in relation to CL, conversely for males the b parameter is greater than 1 and this can be explained by the fact that females have larger abdomen than males given that it constitutes the zone of egg attachment.

Table 4. Length–weight; length–length relationship for the spiny lobster *P. mauritanicus* given by different authors

Locality	sex	n	equation	r^2	Author
Mauritania	M	-	$\text{Log TW} = 2.720 \cdot \text{Log TL} - 2.677$	-	Boitard, 1981
	F	-	$\text{Log TW} = 2.750 \cdot \text{Log TL} - 2.744$		
Senegal	M	-	$\text{Log TW} = 2.35 \cdot \text{Log CL} + 0.403$	-	Caverivière et al., 1986
	F	-	$\text{Log TW} = 2.39 \cdot \text{Log CL} - 0.394$		
Ireland	M	-	$\text{Log TW} = 2.880 \cdot \text{Log TL} - 6.760$	-	Minchin, 1989
	F	-	$\text{Log TW} = 2.750 \cdot \text{Log TL} - 6.120$		
Mauritania	C	-	$\text{Log TL} = 0.338 \cdot \text{Log CL} + 0.1620$	0.8800	Diop, 1990
	C	121	$\text{Log TW} = 2.857 \cdot \text{Log TL} - 1.439$	0.8530	Present study
Algeria (Béni-Saf Bay)	M	60	$\text{Log TL} = 0.741 \cdot \text{Log CL} + 0.6970$	0.8856	
			$\text{Log TW} = 2.780 \cdot \text{Log TL} - 1.289$	0.8690	
	F	61	$\text{Log TL} = 1.221 \cdot \text{Log CL} - 0.7240$	0.9367	
			$\text{Log TW} = 2.908 \cdot \text{Log TL} - 1.548$	0.8580	
			$\text{Log TL} = 0.755 \cdot \text{Log CL} + 0.6860$	0.9048	

M: males, F: females, C: combined, n: number, r^2 : coefficient of regression

For the growth parameters of the spiny lobster from Béni-Saf Bay the values are the highest ones compared to that referenced data (Table 5) for this Palinuridae. In fact, asymptotic length found during our study was equal to 320.3 mm with Lmax recorded during sampling equal to 300 mm CL (Female, 07/2001) while this parameter varied in other localities for the same species between 78 to 202.8 mm CL.

The estimated values of growth factor $K=0.18$ show that *P.mauritanicus* is a fast-growing crustacean, observation already noted by Marin, 1987 near Corsica (France) and Maigret, 1978 working on the same species off Mauritanian coasts. Also the growth performance index Φ was the higher one evaluated at 2.266 for this study and was noted between 0.664 and 1.842 in other areas (Table 5).

Table 5. Von Bertalanffy growth parameters for the genus *Palinurus* from different areas

Species/Locality	Sex	n	CL _∞ (mm)	K (yr ⁻¹)	t ₀ (yr)	Φ	Author
<i>Palinurus elephas</i> (France, Corsica)	M	417	166.025	0.15100	0.348	1.619	Marin, 1987
	F	278	135.916	0.18900	0.342	1.522	
<i>Palinurus gilchristi</i> South Africa (Agulhas Bank to Port Elizabeth)	M	-	111.00	0.09200		1.054	Groeneveld, 1997
	F	-	96.00	0.12900	-	1.075	
<i>Palinurus gilchristi</i> South Africa (Port Alfred)	M	-	96.00	0.05000		0.664	
	F	-	78.00	0.06500			
<i>Palinurus mauritanicus</i> Mauritania Algeria (Béni-Saf Bay)	F	-	202.8	0.16900	0.227	1.842	Maigret, 1978
	C	121	320.3	0.1800	-0.16	2.226	Present study

M: males, F: females, C: combined, n: number

Growth parameters can vary between stocks and even between areas as stated by (Sparre et al., 1989; Andrade and Campos, 2002; Hoşsucu and Cakır., 2003). It can be attributed to the combination of one or more of the following factors: a) differences in the number of specimen examined, b) area/season effect and c) differences in the observed length ranges of the specimen caught. Dulcic and Kraljevic (1996) stated that temperature, food (quantity, quality and size), sex and stage of maturity are responsible for the differences.

As we said previously, the rarity of data on *P. mauritanicus* fisheries didn't allow us to compare our results with other works but we can note that natural mortality found during our study is the same for the different localities with other species for the same genera given that they live in same habitat around islands that have suitable rocky substrates. Marin, 1985 states that predation is the major cause of natural mortality during moulting and early stages of *P.elephas* a congeneric species of *P.mauritanicus* living in the same habitat, *Epinephelus marginatus*, *Octopus vulgaris* are the major predators and pelagic fishes also predate on fragile puerulii.

Despite the value ($E \approx 0.4$) of the exploitation ratio calculated that expresses a situation near the full exploitation of the resource in Béni-Saf Bay, the rarity of *P.mauritanicus* specimens among fish and sea products landed daily these last years is obviously seen. More than fifty lobster species exist all

around the world more or less exploited. Some of them occupies large geographical zones ensuring a balanced production of thousand tons per year, the case of Caribbean, Australian, New Zealand and South African waters, other lobsters including *P. mauritanicus* engender few tons per year given that it occupies limited territory around small islands and rocky substrates. If we consider that trawlers are capable of destroying 33 square kilometers of habitat on the continental shelf in just 15 days (Fossa, 2002), urgent measures must be taken to preserve this resource from imminent extinction:

- establishment of a total authorized catch value per year
- initiate quotas system inside each fishing area
- control fishing effort and gears (mesh size)
- respect of the closed season
- creation of MPA (Marine Protected Areas)
- update of the Minimum landing size set at 10 cm CL (JORADP, 2004) and increase it at least at 15 cm CL
- Forbid and sanction the capture of berried females

ACKNOWLEDGEMENTS

Our thanks are addressed to Béni-Saf fishery and aquarium staffs also Mr. Bachir Boudjra, B.A for their precious help procuring scarce and precious specimens of *P. mauritanicus*.

REFERENCES

- Andrade, H.A. & Campos, R.O. (2002). Allometry coefficient variations of the length-weight relationship of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) caught in the southwest South Atlantic. *Fisheries Research*, 55: 307-312. doi: 10.1016/S0165-7836(01)00305-8
- Bachir Boudjra, B.A, Ghellai, M, Bachir Boudjra, M.A, Bensahla Talet, L. & Kerfouf, A. (2014). The spiny lobster, *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911) from Algerian west coasts: a species to protect. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research* (IJSBAR), 103-109.

- Bensahla Talet, L., Bensahla Talet A., Benfdal, Y., Bachir Boudjra, B.A. & Boutiba, Z., (2011). Connaissance, conservation et valorisation d'un Crustacé (Palinuridae), la langouste rose *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911) des côtes Ouest-Algériennes (in French). 2^{ème} séminaire Maghrébin sur la gestion des ressources naturelles et le développement durable (GRN2D) "mieux optimiser pour mieux gérer". Sidi Bel-Abbes 17 et 18 Mai, 2011.
- Boitard, J.F. (1981). La dynamique des stocks de langouste rose *Palinurus mauritanicus* sur les côtes mauritaniennes (in French). Mémoire de fin d'étude ISTPM, (Institut Spécialisé de Technologie des Pêches Maritimes) la Trinité sur mer, 1-133.
- Campillo, A. & Amadei, J. (1989). Données Biologiques sur La Langouste de Corse *Palinurus elephas* Fabricius (in French). Revue des travaux de l'I.S.T.P.M. (Institut Spécialisé de Technologie des Pêches Maritimes), 42(4): 347-373.
- Caverivière, A., Thiam, M., Thiam, D. & Lopez Abela, I. (1986). Rapport de synthèse des campagnes conjointes hispano-sénégalaise de chalutage sur les stocks profonds du Sénégal (1982-1984) (in French). Archives Scientifiques du Centre de Recherches Océanographiques, 3(4): 55p.
- Diop, M. (1990). Relations biométriques de quelques espèces de Crustacés pêchées en Mauritanie (in French). Bulletin du Centre National des Recherches Océanographiques et de Pêche. 27.60p.
- Dulcic, J. & Kraljevic, M. (1996). Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fisheries Research*, 28:243-251. doi: [10.1016/0165-7836\(96\)00513-9](https://doi.org/10.1016/0165-7836(96)00513-9)
- Fossa, J.H. (2002). Coral reefs in the North Atlantic. Marine World. ICES. <http://www.ices.dk/marineworld/deepseacoral.asp>
- Gayanilo, F.C. Jr., Soriano, M. & Pauly, D. (1989). A draft guide to the Complete ELEFAN. ICLARM Software 2. 70p.
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P.G., Ribeiro Canário, A.V.M. & Erzini, K. (1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research*, 30:253-256. doi: [10.1016/S0165-7836\(96\)00569-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00569-3)
- Gofii, R. & Latrouite D. (2005). Review of the biology, ecology and fisheries of *Palinurus* species of European waters: *Palinurus elephas* (Fabricius, 1787) and *Palinurus mauritanicus* (Gruvel, 1911). *Cahiers de Biologie Marine*, 46, 127-142.
- Groenveld, J.C. (1997). Growth of spiny lobster *Palinurus gilchristi* (Decapoda: Palinuridae) off South Africa. *South African Journal of Marine Science*, 18, 19-29. doi: [10.2989/025776197784160983](https://doi.org/10.2989/025776197784160983)
- Gulland, J.A. (1971). The Fish Resources of the Ocean. Fishing News. (Books) Ltd, West Byfleet.
- Holthuis, L.B. (1991). Marine Lobsters of the World. FAO Species Catalogue, Vol. 13. FAO Fisheries Synopsis, 125. FAO, Rome.
- Hoşsucu, B. & Cakir, D.T. (2003). Some Parameters about Population Biology of the Common Pandora (*Pagellus erythrinus* L., 1758) (Sparidae) in the Edremit Bay (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20: 329-336.
- J.O.R.A.D.P. (2004). Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire N° 18. 3 Safar 1425 du 24 mars 2004 fixant les tailles minimales marchandes des espèces Biologiques (in French).5p.
- Jones, R. & Van Zalinge, N.P. (1981). Estimations of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bulletin of Marine Sciences*, 2: 273-288.
- Kadari, G. (1984). Les techniques de pêche utilisées en Algérie (in French). Edition Enap et Publisud., 134p.
- Latrouite, D. & Noel, P. (1997). Pêche de la langouste rouge *Palinurus elephas* en France. Elements pour fixer une taille marchande (in French). International Council for exploration of the Sea. ICES CM 1997/BB:13 Theme Session on Biology and Behaviour (I). 12p.
- Maigret, J. (1978). Contribution à l'étude des langoustes de la côte occidentale d'Afrique. *Palinurus regius* et *Palinurus mauritanicus* (in French). Thèse de Doctorat d'État. Sciences Naturelles. Université d'Aix-Marseille, 264 p.
- Marin, J. (1985). La langouste rouge: Biologie et exploitation (in French). La pêche maritime. Février 1985:105-113.
- Marin, J. (1987). Exploitation, biologie et dynamique du stock de la langouste rouge de Corse *Palinurus elephas*, Fabricius (in French). Thèse de Doctorat de l'université d'Aix Marseille II. 348 p.
- Minchin, D. (1989). The most northerly population of the deep water crawfish *Palinurus mauritanicus* Gruvel. *Irish Naturalists' Journal*. 23 (4), 142-145.
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F. & Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from then Western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62: 89-96. doi: [10.1016/S0165-7836\(02\)00250-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00250-3)
- Munro, J.L. & Pauly, D. (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*. 1(1):5-6.
- Pauly, D. (1983). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Technical Paper*. (234): 52 p.
- Secci, E., Cuccu, D., Follesa, M.C. & Cau, A. (2000). Fishery and tagging of *Palinurus elephas* in Sardinian seas. In: vonVaupel Klein, J.C., Schran, F.R. (Eds.), The Biodiversity Crisis and Crustacea. *Crustacean Issues* (pp. 665-672), vol. 12.
- Sparre, P., Ursin, E. & Venema, S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. Part I. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* No. 306.
- Tidu, C., Sarda, R., Pinna, M., Canna, A., Meloni, M.F., Lecca, E. & Savarino, R. (2004). Morphometric relationships of the European spiny lobster *Palinurus elephas* from northwestern Sardinia. *Fisheries Research*, 69:371-379. doi: [10.1016/j.fishres.2004.06.003](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.06.003)
- Vincent-cuaz, L. (1958). La langouste rose de mauritanie *Palinurus mauritanicus* Gruvel (in French). Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes., 22 (3) 1958.
- Zar, J.H. (1999). Biostatistical Analysis, fourth ed. Prentice Hall Inc., p. 663.
- Zemenzer, S. (2011). Application du modèle ROMS dans la méditerranée occidentale (in French). Circulation de LIW dans le bassin Algérien. Master Université de la Méditerranée. Aix-Marseille II. 22p.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Karina Lagünü (Aydın)'nın Malacostraca faunası

Malacostraca fauna of the Karina Lagoon (Aydın)

Murat Özbek* • Kerem Bakır • M. Ruşen Ustaoglu

Ege University, Faculty of Fisheries, 35100 Bornova-Izmir, Turkey

*Corresponding author: ozbekm71@gmail.com

Received date: 23.11.2015

Accepted date: 17.03.2016

How to cite this paper:

Özbek, M., Bakır, K. & Ustaoglu, M.R. (2016). Malacostraca fauna of the Karina Lagoon (Aydın) (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 13-19. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.03](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.03)

Öz: Karina Lagünü Malacostraca faunasının belirlenmesi amacıyla, 26.05.2011-10.04.2012 tarihleri arasında, toplam 9 adet istasyonda mevsimsel olarak kantitatif bir çalışma yapılmıştır.

Çalışmanın sonucunda, Amphipoda'dan 7 (*Gammarus aequicauda*, *G. subtypicus*, *G. insensibilis*, *Monocorophium sextonae*, *Erichthonius punctatus*, *Dexaminæ spinosa*, *Microdeutopus gryllotalpa*), Isopoda'dan 4 (*Idotea balthica basteri*, *Sphaeroma serratum*, *Sphaeroma pulchellum*, *Lekanesphaera monodi*) ve Decapoda'dan 3 (*Palaemon longirostris*, *Hippolyte holthuisi*, *Carcinus aestuarii*) olmak üzere toplam 14 tür saptanmıştır. Türlerin istasyonlara ve örnekleme tarihlerine göre dağılımları verilmiştir.

Mevcut çalışma ile Türkiye'nin en önemli ve verimli lagüner alanlarından biri olan Karina Lagünü'nde dağılım gösteren Malacostraca türleri tespit edilerek Türkiye biyo-çeşitliliği hakkındaki bilgilere katkı yapılması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Amphipoda, Isopoda, Decapoda, fauna, Karina Lagünü, Türkiye

Abstract: In order to determine the Malacostraca fauna of the Karina Lagoon, samplings were conducted seasonally between 26.05.2011-10.04.2012 at 9 stations.

At the end of the study, 14 species were determined; of the determined taxa, 7 species (*Gammarus aequicauda*, *G. subtypicus*, *G. insensibilis*, *Monocorophium sextonae*, *Erichthonius punctatus*, *Dexaminæ spinosa*, *Microdeutopus gryllotalpa*) belong to Amphipoda, four species (*Idotea balthica basteri*, *Sphaeroma serratum*, *Sphaeroma pulchellum*, *Lekanesphaera monodi*) to Isopoda and four species (*Palaemon longirostris*, *Hippolyte holthuisi*, *Carcinus aestuarii*) to Decapoda. The distributions of the determined species according to stations and sampling dates were presented.

It is aimed to contribute to the knowledge on biodiversity of Turkey by determining the Malacostraca species inhabiting in Karina Lagoon which is one of the most productive and important lagoon areas of Turkey.

Keywords: Amphipoda, Isopoda, Decapoda, fauna, Karina Lagoon, Turkey

GİRİŞ

Dünyada 20000'in üzerinde tür içeren Malacostraca sınıfı, Crustacea içindeki en büyük sınıflardan biridir. Genellikle denizel olmakla birlikte bazı türler tatlısu ve karasal habitatlara da uyum sağlamış olup, çok büyük biyolojik çeşitlilik arz eder. Bu gruplar içinde, Isopod'lar, Amphipod'lar, Euphausiid'ler ve ekonomik açıdan önemi olan birçok Brachyura, Natantia ve Reptentia türünün bulunduğu dev bir ordo olan Decapoda grubu yer almaktadır (Özbek ve Ustaoglu, 2001).

Karina Lagünü Aydın ili Söke ilçesinde, Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Millî Parkı sınırları içinde, Dilek Dağı'nın güneyinde 28 km mesafedeki Eski Doğanbey Köyü kıyısında yer almaktadır. Büyük Menderes Nehri'nin aşağı havzasında yer alan Karina Lagünü 2100 hektarlık yüzey alanına ve ortalama 1 m civarında bir derinliğe sahiptir. Delta ağzı ve çevresindeki topraklarda tuzluluk oranı fazla olduğu

için bitki örtüsü zayıftır. Yer yer tuzcul bitkiler bulunmaktadır. Kıyı lagünü yapısında olan ve denizden ince bir set ile ayrılan Karina Lagünü, Ege Bölgesi'nde aktif olarak çalıştırılan birkaç dalyan işletmesinden birine ev sahipliği yapmaktadır. Ekonomik öneminin yanı sıra yaban hayatı ve ekolojik açıdan da oldukça önemli olan lagünün bir diğer adı da Dil Gölü'dür (Ustaoglu vd. 2014).

Türkiye lagüner alanlar ve acısularında dağılım gösteren Malacostraca türleri ile ilgili yayınlar incelendiğinde çok fazla sayıda çalışma olmadığı dikkati çekmektedir. Konu ile ilgili ilk çalışma Geldiay vd. (1977) tarafından yapılmış olup, Bafa Gölü'nde dağılım gösteren Malacostraca türleri incelenmiştir. *Corophium valutator* türünün Türkiye faunası için ilk defa kayıt edildiği çalışmada, gölde toplam 9 Malacostraca türünün dağılım gösterdiği rapor edilmiştir.

Özbek ve Ustaoglu (1998) İzmir İli ve civarının Amphipoda faunasını araştırdıkları çalışmada, çalışma bölgesinde yer alan acısu kaynaklarını da kapsayan toplam 89 lokaliteden örneklemeler yapmış olup, çalışma sonucunda toplam 8 takson rapor etmişlerdir.

Ustaoglu vd. (1998), Bafa Gölü'nün Malacostraca faunası ile ilgili çalışmalarında toplam 9 türün mevcudiyetinden bahsetmektedir. Bu çalışmada *Orchestia mediterranea* ve *O. stephenseni* türleri Bafa Gölü'nden ilk defa kayıt edilmiştir.

Özbek ve Ustaoglu (2001), İzmir İli ve civarının Malacostraca (Amphipoda hariç) faunasını araştırdıkları çalışmada, araştırma bölgesinden toplam 8 takson rapor etmişlerdir.

Sarı vd. (2001), Bafa Gölü'nün makro ve meiobentik omurgasız faunasını araştırdıkları çalışmalarında gölde toplam 10 adet Malacostraca türünün dağılım gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Ustaoglu vd. (2000), Gediz Nehri alt havzasında yer alan Akgöl ve Gebekirse göllerinin Malacostraca faunasını inceledikleri çalışmada, 4 ordoya dahil olan toplam 11 türün dağılım gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Akbulut vd. (2002), Sinop İli'nde yer alan Sarıkum Gölü ve kaynak sularında dağılım gösteren makroomurgasız türlerini inceledikleri çalışmada, çalışma bölgesinden 4 adet Malacostraca türünün dağılım gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Balık vd. (2006) Küçük Menderes Nehri'nin aşağı havzasındaki kirliliğin makroomurgasızlar kullanılarak saptanmasına yönelik yaptıkları çalışmada, araştırma bölgesinden 4 adet Malacostraca türünü rapor etmişlerdir.

Özbek ve Ustaoglu (2007), Akgöl'de yapılan çalışmalar neticesinde *Echinogammarus baliki* Özbek & Ustaoglu 2007 türünü yeni tür olarak tanımlamışlar ve türün göle endemik olduğunu belirtmişlerdir.

Akbulut vd. (2009) Sinop ve Samsun illerinin Malacostraca faunasını inceledikleri çalışmada, her iki ilin sınırları içinde bulunan acısu ortamlarından da örneklemeler yapmış ve çalışmada toplam 24 takson rapor etmişlerdir.

Görülebileceği üzere, Türkiye'nin lagüner alanları ve acısu ortamlarında dağılım gösteren Malacostraca türleri üzerine yapılmış yayın sayısı oldukça azdır. Söz konusu çalışmalarda rapor edilen türlerin geneli acısu ortamlarında dağılım gösteren örihalin karakterli denizel türler olup, bu türlerden bazıları (*Gammarus*, *Palaemon*, *Sphaeroma* türleri) bu çalışmada da tespit edilmiştir.

Mevcut çalışma ile Türkiye'nin önemli lagüner alanlarından biri olan Karina Lagünü'nde dağılım gösteren

Malacostraca türleri tespit edilerek Türkiye biyo-çeşitliliği hakkındaki bilgilere katkı yapılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Karina Lagünü'nde Malacostraca faunasının belirlenmesi amacıyla, 2011-2012 yılları arasında mevsimsel olarak düzenlenen 5 arazi çalışmasında lagün ve çevredeki acısu kaynağından oluşan toplam 9 istasyondan toplanan materyaller kantitatif olarak değerlendirilmiştir (Şekil 1, Tablo 1).

Tablo 1. Örneklemeye çalışması yapılan istasyonların koordinatları
Table 1. Geographic positions of the sampling stations

İst. No	Koordinatlar	
1	37°37'2.16"K	27° 9'4.48"D
2	37°36'33.93"K	27°10'17.08"D
3	37°36'9.68"K	27°11'31.00"D
4	37°35'35.21"K	27°12'19.90"D
5	37°35'1.11"K	27°12'6.27"D
6	37°34'33.90"K	27°11'21.37"D
7	37°35'25.73"K	27°10'49.05"D
8	37°36'11.93"K	27° 9'40.67"D
9	37°37'14.56"K	27°11'54.57"D

Lagünde yapılan çalışmalarda, göl içinde belirlenen istasyonlardan grab (Ekman-Birge grab) örnekleme yapılmıştır. İstasyon 9 ile kıyı kısımlarda 500µ göz açıklığındaki el kepçeleri ile örnekleme yapılmıştır. Göl içindeki istasyonlara balıkçılar tarafından kullanılan altı düz yapıdaki tekneler (kurita) ve balıkçı tekneleri birbirine bağlanarak ulaşım sağlanmıştır. Göl içindeki istasyonlarda gerek dip yapısı ve gerekse derinlik bakımından nispeten yeknesak bir durum gözlenmiş olup, istasyonlar kumlu-çamurlu bir yapıda ve ortalama derinlik 100-150 cm civarındadır. Toplanan bentik materyal arazi çalışması sırasında son hali %4'lük formaldehit solüsyonu olacak şekilde fikse edilmiştir. Daha sonra laboratuvara getirilen materyal önce bol su altında yıkanmış ve çamurundan arındırılmıştır. Sonrasında ayıklama işlemleri çıplak gözle ve bazı küçük bireylerin tespit edilebilmesi için stereo-mikroskop altında gerçekleştirilmiştir. Tür tayinlerinde stereo mikroskop ve binoküler mikroskop kullanılmıştır. Türlerin fotoğrafların çekilmesinde Nikon Coolpix 5700 model dijital fotoğraf makinası kullanılmıştır. Ayıklanan biyolojik materyal %70'lik alkolde muhafaza edilerek Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Müzesi'nde (ESFM) saklanmaktadır.

Örnekleme çalışmaları boyunca lagün içinde yer alan istasyonların dip yapıları nispeten sert olduğu tespit edilmiştir. Bazı istasyonlarda grab örneklerinin alınabilmesi için göğüs çizimleri giyilip, tekneden inilerek örnekleme yapılmıştır. Doğanbey yolu üzerinde yer alan ve lagün ile bağlantılı olan istasyonda (İst. 9) sucul makrofit miktarı fazla olup, dip bazı yerlerinde çakıllı, bazı kısımlarında ise çamurlu yapıdadır. Bu haliyle söz konusu istasyon omurgasızlar ve balık yavruları için bir sığınak vazifesi görmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Karina Lagünü'nün coğrafik konumu ve lagünde örnekleme yapılan istasyonlar
Figure 1. Geographical position of Karina Lagoon and the sampling stations

Çalışma süresince tespit edilen Malacostraca taksonlarının tür tayinlerinde Amphipoda için (Ruffo 1982; Stock, 1967) ; Isopoda için (Kırkim, 2000) ; Decapoda için (Kocataş vd. 1991)'den yararlanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmanın sonucunda, Amhipoda (7 tür), Isopoda (4 tür) ve Decapoda (3 tür) gruplarına dahil olmak üzere toplam 14 tür saptanmıştır (Şekil 2). Tespit edilen türlerin taksonomik durumları aşağıda verilmiştir.

- Classis: Malacostraca Latreille, 1802
- Subclassis: Eumalacostraca Grobben, 1892
- Superordo: Peracarida Calman, 1904
- Ordo: Amphipoda Latreille, 1816
- Subordo: Gammaridea Latreille, 1802
- Familia: Corophiidae Leach, 1814
- 1. *Monocorophium sextonae* (Crawford, 1937)
- 2. *Microdeutopus gryllotalpa* A. Costa, 1853
- 3. *Erichthonius punctatus* (Bate, 1857)
- Familia: Dexaminidae Leach, 1814
- 4. *Dexamine spinosa* (Montagu, 1813)
- Familia: Gammaridae Latreille, 1802
- 5. *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931)
- 6. *Gammarus insensibilis* Stock, 1996
- 7. *Gammarus subtypicus* Stock, 1996
- Ordo: Isopoda Latreille, 1817
- Subordo: Flabellifera Sars, 1882
- Familia: Sphaeromatidae Latreille, 1825
- 8. *Lekanesphaera monodi* (Arcangeli, 1934)
- 9. *Sphaeroma serratum* (Fabricius, 1787)
- 10. *Sphaeroma pulchellum* (Colosi, 1921)
- Subordo: Valvifera Sars, 1882

- Familia: Idoteidae Samouelle, 1819
- 11. *Idotea balthica basteri* Audouin, 1827
- Superordo: Eucarida Calman, 1904
- Ordo: Decapoda Latreille, 1802
- Subordo: Pleocyemata Burkenroad, 1963
- Infraordo: Caridea Dana, 1852
- Superfamilia: Palaemonoidea Rafinesque, 1815
- Familia: Palaemonidae Rafinesque, 1815
- 12. *Palaemon longirostris* H. Milne Edwards, 1837
- Superfamilia: Alpheoidea Rafinesque, 1815
- Familia: Hippolytidae Dana, 1852
- 13. *Hippolyte holthuisi* Zariquiey – Alvarez, 1953
- Subordo: Pleocyemata Burkenroad, 1963
- Infraordo: Brachyura Latreille, 1802
- Superfamilia: Portunoidea Rafinesque, 1815
- Familia: Portunidae Rafinesque, 1815
- 14. *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847

Çalışma sonucunda en fazla birey sayısına acısu kaynağında rastlanılmıştır (91 birey). Bu lokalite lagünün 500 m doğu kısmında yolun kenarında yer almaktadır. Sucul makrofitler açısından oldukça zengin olan bu lokalitede çok sayıda da yavru balık olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda en fazla birey sayısı ile temsil edilen tür *G. aequicauda* olmuştur. Sadece acısu kaynağında tespit edilen bu türden 50 birey örneklendirilmiştir (Tablo 2). Saha çalışması sırasında özellikle lagünün kıyı kesimlerinde çok sayıda *C. aestuarii* bireyi canlı ve ölü halde gözlemlenmiştir.

Örnekleme periyoduna göre tespit edilen türlerin dağılımlarına bakıldığında, mevsimsel olarak en sık rastlanan türlerin *C. aestuarii* ve *M. sextonae* oldukları görülmüştür (Tablo 3).



Şekil 2. Karina Lagünü'nde tespit edilen Malacostraca türleri (1. *G. aequicauda*; 2. *E. punctatus*; 3. *D. spinosa*; 4. *G. subtypicus*; 5. *M. gryllotalpa*; 6. *G. insensibilis*; 7. *M. sextonae*; 8. *S. pulchellum*; 9. *S. serratum*; 10. *L. monodi*; 11. *I. balthica basteri*; 12. *H. holthuisi*; 13. *C. aestuarii*; 14. *P. longirostris*)

Figure 2. Malacostraca taxa determined in Karina Lagoon (1. *G. aequicauda*; 2. *E. punctatus*; 3. *D. spinosa*; 4. *G. subtypicus*; 5. *M. gryllotalpa*; 6. *G. insensibilis*; 7. *M. sextonae*; 8. *S. pulchellum*; 9. *S. serratum*; 10. *L. monodi*; 11. *I. balthica basteri*; 12. *H. holthuisi*; 13. *C. aestuarii*; 14. *P. longirostris*)

Tablo 2. Tespit edilen türlerin istasyonlara göre dağılımları ve ortalama birey sayıları**Table 2.** Distribution of the determined taxa according to the sampling stations and the mean numbers of the sampled specimens

TÜRLER	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9
<i>G. aequicauda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	50
<i>G. subtypicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	30
<i>G. insensibilis</i>	-	-	4	-	1	-	-	-	-
<i>M. sextonae</i>	-	-	8	14	14	-	-	1	-
<i>E. punctatus</i>	-	-	1	-	-	1	1	2	-
<i>M. gryllotalpa</i>	2	5	2	2	1	2	-	1	-
<i>D. spinosa</i>	-	1	-	-	1	1	-	1	-
<i>I. balthica basteri</i>	-	-	3	-	-	3	-	1	3
<i>S. pulchellum</i>	-	2	2	3	-	-	-	-	-
<i>S. serratum</i>	-	2	1	2	-	-	-	-	-
<i>L. monodi</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>P. longirostris</i>	-	-	1	-	1	-	-	2	-
<i>H. holthuis</i>	-	-	-	-	1	1	-	1	-
<i>C. aestuarii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8

Tablo 3. Tespit edilen türlerin örnekleme tarihlerine göre dağılımı**Table 3.** Distribution of the determined taxa according to the sampling dates

TÜRLER	İlkbahar 2011	Yaz 2011	Sonbahar 2011	Kış 2012	İlkbahar 2012
<i>G. aequicauda</i>	+	-	-	-	-
<i>G. subtypicus</i>	+	-	-	-	-
<i>G. insensibilis</i>	-	-	+	+	-
<i>M. sextonae</i>	+	-	+	+	+
<i>E. punctatus</i>	-	-	+	+	-
<i>M. gryllotalpa</i>	-	+	+	+	-
<i>D. spinosa</i>	-	-	+	+	+
<i>I. balthica basteri</i>	+	-	-	+	-
<i>S. pulchellum</i>	-	-	+	+	-
<i>S. serratum</i>	-	-	+	+	-
<i>L. monodi</i>	-	-	+	-	-
<i>P. longirostris</i>	-	-	+	+	+
<i>H. holthuis</i>	-	-	-	+	-
<i>C. aestuarii</i>	+	+	+	+	+

TARTIŞMA SONUÇ

Lagüner alanların tatlısu ile tuzlu suyun geçiş zonu olmaları, derinliklerinin nispeten az olması ve buna bağlı olarak mevsimsel fiziko-kimyasal değişkenlerinin denizel ortamdan farklı olması nedeniyle birçok denizel ve tatlısu türünün bir arada bulunabildiği çok özel habitatlardır. Özellikle tatlısu girişi bulunan lagüner alanlarda görülen tuzluluk değişimleri sayesinde çok sayıda mikro-habitat meydana gelir ve bu durum da biyolojik çeşitliliğin artmasına neden olur (Day vd., 2012).

Çalışmada tespit edilen corophiid amphipod türlerinden *M. sextonae*, infralittoral bölgede dağılım gösteren bir türdür. Denizel ortamlarda hidroidler, süngerler ve algler üzerinde çamur tüpleri inşa ederek yaşar. Akdeniz, Atlantik Okyanusu, Pasifik Okyanusu, Yeni Zelanda'da dağılım gösterdiği bilinmektedir (Ruffo, 1982). Türkiye'de ise Marmara ve Ege Denizi kıyılarından bilinmektedir (Doğan vd., 2008; Aslan-Cihangir vd., 2009).

M. gryllotalpa infralittoral ve sirkalittoral bölgede, genellikle algler, çiçekli bitkiler, hidrozoidler ve bivalvler arasında sıklıkla bulunan bir amphipod türüdür. Polihalin karakterdeki bu tür Karadeniz, Atlantik Okyanusu'nun Avrupa kıyıları ve Akdeniz'de dağılım göstermektedir (Ruffo, 1982). Türkiye kıyılarının ise tamamında bilinmektedir (Sowinsky, 1897; Kocataş ve Katağan, 1978; Kocataş ve Katağan, 1983).

E. punctatus infralittoral ve sirkalittoral bölgede dağılım gösteren bir amphipod türüdür. Ekolojik ihtiyaçları bakımından *M. gryllotalpa* ile benzerdir. Polihalin karakterli bu tür, insan aktiviteleri sonucunda oluşan yapay substratlarda da dağılım gösterir. Karadeniz, Atlantik Okyanusu'nun Avrupa kıyıları ve Akdeniz'de dağılım göstermektedir (Ruffo, 1982). Bir önceki tür gibi bu türünde bütün kıyılarımızda kaydı vardır (Sowinsky, 1897; Geldiay vd., 1970; Kocataş ve Katağan, 1978).

D. spinosa deniz çayırlarının olduğu bölge başta olmak üzere, fotofilik algler gibi bitkisel biyotoplarda bolca bulunan bir amphipod türüdür. Kuzey Doğu Atlantik Okyanusu, Manş Denizi ve Akdeniz'de dağılım gösterdiği bilinmektedir (Ruffo, 1982). Türkiye denizlerinin tamamında bilinmektedir (Sowinsky, 1897; Geldiay vd., 1970; Kocataş ve Katağan, 1978). *G. aequicauda* 0-19 m. derinliğe kadar olan sığ kıyısalları, özellikle de tatlısu girişi olan lagün sistemleri ve nehir ağızları gibi bölgelerde; taşlar altında, algler arasında, bazen de *Gammarus subtypicus*, *G. insensibilis*, *Echinogammarus* spp., *Melita* spp., *Gammarella fucicola*, *Orchestia mediterranea* ve *Corophium* spp. ile beraber bulunur. Bu tür Akdeniz'de çok yaygın olarak bulunur. Bunun yanında Karadeniz'de de bulunmaktadır (Ruffo, 1982). Türkiye kıyılarında da uygun ortam koşullarında yaygın olarak bulunur (Stock, 1967; Kocataş ve Katağan, 1978).

G. insensibilis sığ kıyısalları ve hafif acı sularda 0- 15 m'lik derinliklerde taşların altında veya bitkiler arasında bulunur. Bazen de *Gammarus subtypicus*, *G. crinicornis* ve *G. aequicauda* ile birlikte bulunur. Akdeniz'de oldukça geniş bir dağılım alanına sahiptir. Karadeniz ile Kuzey Atlantik'ten İngiltere'ye kadar olan bir kısmında da bulunur (Ruffo, 1982). Türkiye kıyılarının tamamında rastlanabilmektedir (Stock, 1967; Geldiay ve Kocataş, 1972a; Bakır, 2012; Bakır ve Katağan, 2014).

G. subtypicus sığ kıyısalları, körfezler, lagünler ve genellikle acı sularda kumlu habitatta *Posidonia* çayırlıklarında veya taşların altında genellikle *G. aequicauda*, *G. crinicornis* ve *G. insensibilis* ile birlikte bulunur. Akdeniz'de yaygın olarak bulunmakla birlikte, Karadeniz'de de bulunurlar (Ruffo, 1982). Türkiye'nin de bütün kıyılarında rastlamak mümkündür (Stock, 1967; Kocataş ve Katağan, 1978).

L. monodi littoral bölgede alglerin arasında ve taşların altından ve kıyılarda tatlı su girişinin olduğu sahillerden tespit edilmiştir. Güney doğu İngiltere kıyılarında, İrlanda'nın doğu sahillerinde, Kuzey İspanya kıyılarından Belçika sahillerine kadar olan bölgeden ve Akdeniz'in Fransa kıyılarında bilinmektedir (Kırkı, 2000). Türkiye'de ise sadece Karadeniz ve Ege Denizi kıyılarından kaydı vardır (Kırkı, 2000; Öztürk, 1998).

S. serratum littoral dağılımı olan bir Isopod türüdür. Kaya çatlaklarında veya taşların altında, sahil kenarlarında taşların ve çöp yığınlarının altında, iri taneli kumluk sahillerde, daha çok deniz kenarı ve nehir ağızlarından ve bölgemizde yaygın olarak taşlar altından bildirilmiştir. Atlantik Okyanusu, Karadeniz ve Akdeniz'de dağılım göstermektedir (Kırkı, 2000). Ayrıca Türkiye kıyılarının tamamında dağılım göstermektedir (Colombo, 1885; Geldiay ve Kocataş, 1972b; Kocataş ve Katağan, 1983; Mutlu vd., 1992).

S. pulchellum littoral bölgede dağılım gösteren bir türdür. Genelde kıyılarda algli ve taşlık biotoplarda ve tuzluluk değişimlerine karşı çok dayanıklı olduğu, tatlı sularda bile 4 gün yaşayabildiği rapor edilmiştir. Karadeniz ve Akdeniz'de dağılım gösterdiği bilinmektedir (Kırkı, 2000). Türkiye

kıyılarının da tamamında dağılım göstermektedir (Geldiay vd., 1977; Kocataş ve Katağan, 1983; Sezgin ve Aydemir Çil, 2010).

I. balthica basteri littoral zonda dağılım gösteren bir isopod türü olup, gündüzleri genellikle algler arasında saklanır; geceleri planktonda aktif bir yüzücüdür. Kumlu kıyılardaki *Posidonia* otluklarında, acı sularda *Zostera* çayırlarında dağılım göstermektedir. Atlantik Okyanusu, Karadeniz ve Akdeniz'de dağılım göstermektedir (Kırkı, 2000). Türkiye'nin bütün kıyılarında bilinmektedir (Demir, 1952; Geldiay ve Kocataş, 1972b; Kocataş ve Katağan, 1983; Bat vd., 2000).

Bu çalışmada bizim örneklemelerimizde rastlanılmayan fakat balıkçılarla yapılan görüşmeler sonucunda lagünden ağlarla avlandığı belirtilen *Penaeus japonicus* ekonomik önemi oldukça fazla olan demersal bir türdür; 90 m'ye kadar olan kumlu-çamurlu veya çamurlu diplerde yaşar. Kışın 20 m civarındaki derinliklerde yoğun olarak bulunur. Omnivor olup, küçük omurgasızlarla birlikte organik parçaları da besin olarak alır. Kızıl Deniz, Doğu Afrika kıyılarından Kore, Japonya, Malaya ve Fuji kıyılarına kadar dağılım gösteren bu tür Akdeniz'e Süveyş kanalı ile girmiş olup, Mısır, İsrail, Kıbrıs ve Türkiye'nin Akdeniz ve Marmara Denizi kıyılarında bulunur (Gruvel, 1928; Kocataş vd., 1991; Zaitsev ve Öztürk, 2001).

P. longirostris litoralde, özellikle de korunaklı, vegetasyonun kuvvetli olduğu ve taşlık zeminlerde, 2 m- 30 m derinlikler arasında yoğun olarak bulunurlar. Teke ismi verilen bu tür, birçok ülkede yense de, ticari bir öneme sahip değildir. Tüm denizlerimizde dağılım gösterir (Kocataş vd., 1991).

H. holthuisi özellikle vegetasyonun yoğun olduğu bölgelerde 1-60 m derinliklerde yayılım gösterir (Kocataş vd., 1991). Marmara ve Ege Denizi kıyılarımızda bulunduğu bilinmektedir (Demir, 1952; Kocataş, 1981).

C. aestuarii littoral ve sublittoral bölgedeki kayalık-taşlık-kumlu zonlar, *Zostera* çayırları, akarsu ağızları ile 0-30 m arası derinliklerde dağılım gösteren bir türdür. Türkiye kıyılarındaki tuzluluk oranlarının düşük olduğu değişik lagünlerde dağılım gösterdiği bilinmektedir (Kocataş ve Katağan, 1983).

Bu çalışmada tespit edilen türlerin tümü Türkiye fauna envanterinde daha önceden kaydı olan türlerdir. Fakat Karina Lagünü'nde daha önceden bu konuda herhangi bir rapor bulunmadığı için, tespit edilen türlerin tümü Karina Lagünü'nden ilk defa rapor edilmiştir.

Biyolojik çeşitlilik, ekonomik önem ve habitat karakteristikleri nedeniyle çok önemli olan lagüner alanların değerlerinin tam olarak anlaşılabilmesi, koruma önlemlerinin alınabilmesi ve sürdürülebilir yönetim açısından oldukça önemlidir. Konu hakkında yapılacak çalışmalar bu özel habitatların ekolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesine ışık tutacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü tarafından 2010/SÜF/018 no'lu proje ile desteklenmiştir. Saha çalışmasında yardımcı olan Doç. Dr. Seray YILDIZ, Doç. Dr. Ayşe TAŞDEMİR ve Doç. Dr. Esat T. TOPKARA'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Akbulut, M., Öztürk, M. & Öztürk, M. (2002). The Benthic Macroinvertebrate Fauna of Sarikum Lake and Spring Waters (Sinop). *Turkish Journal of Marine Sciences*, 8: 103-119.
- Akbulut, M., Ustaoglu, M. R. & Çelik, E. Ş. (2009). Freshwater and Brackishwater Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) fauna of Sinop and Samsun. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environmental*, 15(1): 47-60.
- Aslan-Cihangir, H., Sezgin, M. & Tuncer, S. (2009). New records of two species of amphipods, *Melphidippella macra* (Norman, 1869) and *Monocorophium sextonae* (Crawford, 1937) for the Turkish Seas. *Crustaceana*, 82: 111–116. doi: [10.1163/156854008X363722](https://doi.org/10.1163/156854008X363722)
- Bakır, K. (2012). Contributions to the knowledge of crustaceans on soft bottoms in the Sea of Marmara, with a checklist. *Crustaceana*, 85: 219–236. doi: [10.1163/156854012X626437](https://doi.org/10.1163/156854012X626437)
- Bakır, K. & Katağan, T. (2014). Distribution of littoral benthic amphipods on the Levantine Coast of Turkey with new records. *Turkish Journal of Zoology*, 38: 23–34. doi: [10.3906/zoo-1302-35](https://doi.org/10.3906/zoo-1302-35)
- Balık, S., Ustaoglu, M. R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A. & İlhan, A. (2006). Determination of pollution at lower basin of Küçük Menderes River (Selçuk, İzmir) by using macro benthic invertebrates (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1-2): 61-65.
- Bat, L., Akbulut, M., Culha, M. & Sezgin, M. (2000). The Macrobenthic fauna of Sırakaraağaçlar Stream flowing into the Black Sea at Aklıman, Sinop. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 6: 71–86.
- Colombo, A. (1885). Raccolte zoologiche eseguite del R. Piroscopa Washington nelle campagna-abissale talassografica dell'anno 1885 (in Italian). *Rivista Marittima*: 1–34.
- Day Jr, J. W., Crump, B. C., Kemp, W. M., Yanez-Arancibia, A., 2012. Estuarine Ecology. Second Edition. Wiley-Blackwell, Hoboken, New Jersey. 554 pp. doi: [10.1002/9781118412787](https://doi.org/10.1002/9781118412787)
- Demir, M., 1952. Benthic Invertebrates of the Bosphorus and Islands Coasts (in Turkish with English abstract). *İstanbul, Turkey: Istanbul University*.
- Doğan, A., Sezgin, M., Katağan, T. & Önen, M. (2008). Seasonal trends of soft bottom crustaceans of İzmir Bay (Aegean Sea). *Crustaceana* 81: 781–795. doi: [10.1163/156854008784771685](https://doi.org/10.1163/156854008784771685)
- Geldiay, R., Kocataş, A. & Krapp-Schickel, G. (1970). Some littoral amphipods from the Gulf of İzmir (Aegean Sea, Turkey, Mediterranean). *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 18: 369–387.
- Geldiay, R. & Kocataş, A. (1972a). A preliminary research on the benthos of İzmir Bay (in Turkish). *Monographs Series of the Faculty of Science, Ege University*, 12: 1–34.
- Geldiay, R. & Kocataş, A. (1972b). Isopods collected in İzmir Bay, Aegean Sea. *Crustaceana*, 3: 19–30.
- Geldiay, R., Kocataş, A. & Katağan, T. (1977). On the Peracaridae and Eucaridae (Crustacea, Malacostraca) Species of Bafa Lake (in Turkish with English abstract). *Journal of Faculty of Sciences Ege University*, 1: 311-318.
- Gruvel, A. (1928). Repartition géographique de quelques crustacés comestibles sur les côtes d'Égypte et de Syrie (in French). *Comptes rendus de la société de biogéographie*, 5: 45–46.
- Kırkım, F. (2000). Systematical and Ecological Investigations on Isopoda (Crustacea) Fauna of Aegean Sea (in Turkish with English abstract). PhD Thesis. Ege University, Institute of Natural and Applied Sciences, 238 pp.
- Kocataş, A. & Katağan, T. (1978). Littoral Benthic Amphipods of Turkish Seas and Their Distributions (in Turkish with English abstract). Ankara, Turkey: TÜBİTAK, Proje No: TBAG 223.
- Kocataş, A. (1991). Liste preliminaire et repartition des crustacés décapodes des eaux Turques (in French). *Rapport Commission International pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 27: 161–162.
- Kocataş, A. & Katağan, T. (1983). Crustaceans fauna of Turkish coastal lagoons. *Rapport Commission International pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 28: 231–233.
- Kocataş, A., Katağan, T., Uçal, O. & Benli, H. A. (1991). Shrimps of Turkey and Shrimp Culture (in Turkish). T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum, Seri A, Yayın No. 4, 143 s.
- Mutlu, E., Ünsal, M. & Bingel, F., (1992). A preliminary view on the faunal assemblage of soft-bottom crustaceans along the nearshore of the Turkish Black Sea. *Acta Adriatica* 33: 177–189.
- Özbek, M. & Ustaoglu, M.R. (1998). The Amphipoda (Crustacea-Arthropoda) Fauna of İzmir and Adjacent Areas Inland-waters (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (3-4): 211-231.
- Özbek, M. & Ustaoglu, M.R. (2001). Freshwater Malacostraca (Crustacea) Fauna (Except Amphipoda) of İzmir and Adjacent Areas (in Turkish with English abstract). *Anadolu University Science and Technology Journal*, 2(1):19-25.
- Özbek, M. & Ustaoglu, M.R. (2007). *Echinogammarus baliki* sp. nov., A New Species of Amphipod from Turkey (Amphipoda, Gammaridae). *Crustaceana*, 80(9): 1043-1055. doi: [10.1163/156854007782008540](https://doi.org/10.1163/156854007782008540)
- Öztürk, B. (1998). Black Sea Biological Diversity. Turkey, Black Sea. New York, NY, USA: United Nations Publications.
- Sarı, H. M., Balık, S., Özbek, M. & Aygen, C. (2001). Macro and Meiobenthic Invertebrate Fauna of Bafa Lake (Aydın) (in Turkish with English abstract). *Anadolu University Science and Technology Journal*, 2(2): 285-291.
- Ruffo, S. (Ed.) 1982. The Amphipoda of the Mediterranean. I Gammaridea (Acanthonotozomatidae to Gammaridae). *Mémoires de l'Institut Océanographique, Monaco*, 13:1-XIII, 1-364.
- Sezgin, M. & Aydemir Çil, E. (2010). Rocky cottom crustacean fauna of Sinop (Black Sea, Turkey) coast. *Zoologica Baetica*, 21: 5–14.
- Sowinsky, W. (1897). Les Crustacés supérieurs (Malacostraca) du Bosphore d'après les matériaux recueillis par Mr le Dr A.A. Ostroumow. I. Amphipoda et Isopoda (in French). *Mémoires de la Société des naturalistes de Kiev*, 15:447–518.
- Stock, J.H. (1967). A revision of the European species of the Gammarus locusta-group (Crustacea, Amphipoda). *Zoologische verhandelingen* 90: 1–56.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S. & Özbek, M. (1998). Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) Fauna of Bafa Lake (Aydın) Faunası (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (3-4): 263-267.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S. & Özbek, M. (2000). Malacostraca Fauna of Akgöl ve Gebekirse Lakes (Selçuk-İzmir) (in Turkish with English abstract). XV. National Biology Congress, 2000, Ankara, 217-222.
- Ustaoglu, M.R., Özbek, M., Yıldız, S., Taşdemir, A. & Topkara, E.T. (2014). Determining the Environmental Factors Effecting the Distribution of the Benthic Invertebrates of the Lagoon Karina (in Turkish with English abstract). *Ege University Scientific Research Report*, 2010/SÜF/018, İzmir, 61 s.
- Zaitsev, Y. & Öztürk, B. (2001). Exotic species in the Aegean, Marmara, Black, Azov and Caspian Seas. *İstanbul, Turkey: Turkish Marine Research Foundation*.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Gökçeada çevresinde zıpkın ile yakalanan kılıç balıklarının (*Xiphias gladius*) yaş ve büyüme özellikleri

Age and growth rates of swordfish (*Xiphias gladius*), caught from Gökçeada Island by harpoon fishing

Cenk Alver¹ • Hakan Ayyıldız² • Aytaç Altın^{2*}

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim dalı, Tezioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu Balıkçılık Teknolojisi Bölümü, Gökçeada Çanakkale

*Corresponding author: aytacaltin@gmail.com

Received date: 3.12.2015

Accepted date: 3.2.2016

How to cite this paper:

Alver, C., Ayyıldız, H. & Altın, A. (2015). Age and growth rates of swordfish (*Xiphias gladius*), caught from Gökçeada Island by harpoon fishing (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 21-26. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.04)

Öz: Bu çalışmada Kuzey Ege Denizinde 24 Mart – 15 Haziran 2015 tarihleri arasında zıpkın ile yakalanan ve Gökçeada'da karaya çıkarılan kılıç balığı, *Xiphias gladius* bireylerinin yaş ve büyüme özellikleri belirlenmiştir. Alt çene çatal boyları (LJFL) 70 ile 174 cm ve ağırlıkları 4 – 69 kg arasında olan toplam 300 adet kılıç balığı analizlerde kullanılmıştır. Boy – ağırlık ilişkisi $W = 5E-06L^{3.188}$ ($R^2 = 0.948$) olarak hesaplanmıştır. Toplam 83 adet bireyden anal yüzgeç ışınları kullanılarak yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan yaş tayinleri sonucunda, kılıç balıklarının 0 - 5 yaş arasında oldukları ve en fazla bireyin 2 yaşında olduğu tespit edilmiştir. Von Bertalanffy büyüme denklemi $L_{\infty} = 218.3$; $k = 0.193$ ve $t_0 = -2.1031$ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kılıç balığı, *Xiphias gladius*, Zıpkın, Kuzey Ege Denizi, Gökçeada

Abstract: In this study, age and growth rates of swordfish *Xiphias gladius*, caught from north Aegean Sea with landings in Gökçeada Island by harpoon fishing, were determined between 24 March and 15 June 2015. A total of 300 swordfish specimens that ranged between 74 and 174 cm Lower jaw fork length (LJFL) were used in the analysis. The length–weight relationships were calculated as $W = 5E-06L^{3.188}$ ($R^2 = 0.948$). A total of 83 anal fin rays were used in the analyses. The age-classes ranged from 0 to 5 years, while the samples were dominated by the 2 years old. The von Bertalanffy growth curves were fitted to the length at age data and the estimated parameters of the equation were: $L_{\infty} = 218.3$; $k = 0.193$ and $t_0 = -2.1031$.

Keywords: Swordfish, *Xiphias gladius*, harpoon, North Aegean Sea, Gökçeada

GİRİŞ

Kılıç balığı, *Xiphias gladius*, 0 - 800 m derinliklerde (Collette, 1995) Atlantik, Hint ve Pasifik okyanusunda ayrıca Akdeniz, Marmara, Karadeniz ve Azak Denizi'nde dağılım göstermektedir (FAO, 1994). Maksimum boyu 455 cm olan bu tür, 5 - 27 °C sıcaklık aralığında yaşamını sürdürmektedir (Nakamura, 1985). Fakat genel olarak termoklin tabakasının üzerinde 18-22 °C sıcaklık aralığını tercih etmekle beraber, 24 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise üremesi gerçekleşmektedir (Chang vd., 2013). Akdeniz'de üreme döneminin Haziran ayında başlayıp Eylül ayına kadar sürdüğü ve Haziran sonu ile Ağustos ayları arasında maksimum düzeye ulaştığı bildirilmiştir (Nakamura, 1985). Kılıç balıkları seksüel dimorfizm gösterdikleri bilinmektedir. Dişi bireyler erkekler göre daha hızlı büyümekte ve daha büyük olmaktadır (Tserpes ve Tsimenides, 1995; Sun vd., 2002). Genel olarak bu türün pozitif allometrik büyüme gösterdiği tespit edilmiştir (Alıçlı vd., 2012;

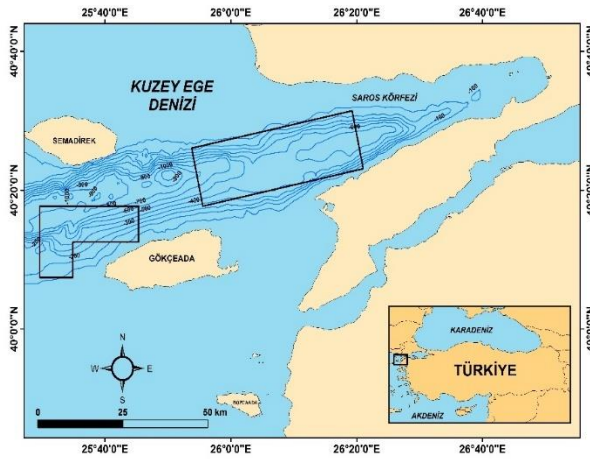
Akyol ve Ceyhan, 2013; Varghese vd., 2013). Bunun yanında dişi bireyler eşeyssel olgunluğa erkeklerden daha geç ulaşmakta ve dişi erkek oranı boyuta göre değişmektedir (De Martini vd., 2000; Wang vd., 2007; Varghese vd., 2013). Akdeniz'de ilk üreme boyu 140 cm olarak rapor edilmiştir (De Metrio G vd., 1989; Alıçlı vd., 2012). Akdeniz'de yapılan yaş tayini çalışmalarında maksimum 10 yaş tespit edilirken avcılığın yoğun olarak 1-3 yaş arasında gerçekleştiği bildirilmiştir (Tserpes ve Tsimenides, 1995; Valeiras vd., 2008; Alıçlı vd., 2012; Akyol ve Ceyhan, 2013).

Ekonomik açıdan oldukça değerli olan kılıç balığının Türkiye 2005-2014 yılları arasında avcılık verilerine bakıldığında 2005 yılında 425 ton olan av miktarının 2014 yılında 55,7 tona kadar düştüğü görülmektedir (TUİK, 2014). Ege Denizinde ise avcılık 31,8 tona kadar gerilemiştir. Büyük

akıntı sistemlerinin egemen olduğu ve balıkçılık açısından önemli bir bölge olan Kuzey Ege Denizi, Karadeniz'den gelen nütrient bakımından zengin sular ile birçok balık türü için uygun bir ortam sağlamaktadır (Beşiktepe vd., 1993). Kılıç balıklarının nütrient bakımından zengin olan denizlerde diğer denizlere göre daha fazla avlandıkları bildirilmiş (Young vd., 2006) olmasına rağmen Kuzey Ege Denizi'nde avcılıkta büyük bir azalma görülmüştür. Bu azalma tür üzerindeki yoğun avcılık baskısına işarettir (Akyol ve Ceyhan, 2013). Bu bakımdan türün biyolojik özelliklerinin ve avcılık miktarlarının takip edilmesi gerekmektedir. Doğru yönetim stratejileri hazırlamak ve uygulamak için öncelikle mevcut kaynakların durumu takip edilmelidir. Bu bakımdan, yapılan bu çalışmanın ana amacı; Kuzey Ege Denizi'nde zıpkınla avlanan kılıç balıklarının yaş ve büyüme özelliklerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 24 Mart – 15 Haziran 2015 tarihleri arasında Kuzey Ege Denizi'nde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

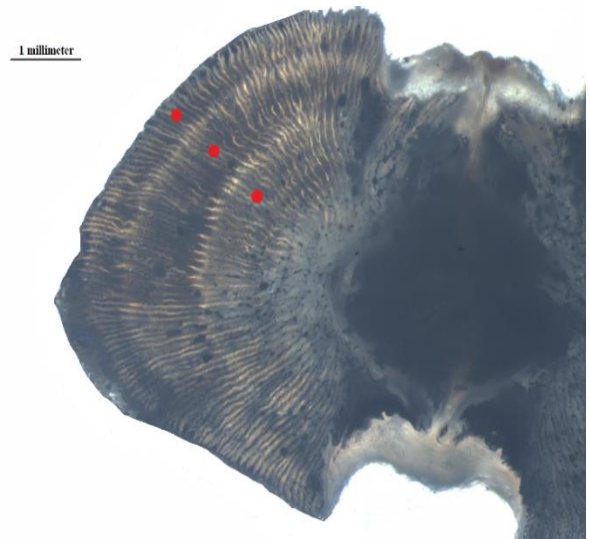


Şekil 1. Gökçeada çevresinde kılıç balığı avcılığı yapılan bölgeler
Figure 1. Swordfish harpoon fishing area around Gökçeada

Örneklemeler Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokuluna ait olan ÇOMÜ 3 isimli ahşap araştırma teknesi (12 m boyunda ve 135 bg beygir gücünde) ile gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında profesyonel balıkçılar tarafından avlanan ve Gökçeada Kaleköy limanında karaya çıkarılan balıklardan da örnek temin edilmiştir. Tür tayini Whitehead vd. (1986) ile Mater ve Çoker (2004)'e göre yapılmıştır. Örneklerin boyları 200 cm' lik ölçüm tahtaları veya mezura yardımı ile alt çene total boy (LJTL), alt çene çatal boy (LJFL) ve total boy (UJTL) cm olarak ölçülmüştür (Romeo vd., 2014). Boy-boy ilişkileri doğrusal regresyon analizi kullanılarak hesaplanmıştır. Ağırlık ölçümleri ise balık karaya çıkarıldıktan sonra temizlenmeden tüm ağırlığı (total weight) elektronik tartı yardımı ile alınmıştır.

Boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesinde Ricker (1975)'in $W = aL^b$ eşitliğinden faydalanılmıştır. Bu denklemde W, balığın ağırlığını (kg); L, alt çene total boy (LJTL) (cm); a ve b büyüme sabitlerini ifade etmektedir. Ayrıca, b değerinin 3' ten farklı olup olmadığı Student's t-test (Zar, 1984) ile test edilmiştir.

Yaş tayini: Kılıç balığının yaş tayinleri birinci anal yüzgecin ikinci diken ışınından yapılmıştır. Her bir anal yüzgeç kaynayan su içerisinde birkaç dakika bekletildikten sonra ikinci ışın deriden ve dokudan uzaklaştırılmıştır. Ardından su ile temizlenip ve tamamen kurutulmuştur. Diken ışının kökünün uzunluğunun yarısı kadar üstünden yaklaşık 2 cm kalınlığında bir kesit alınmış, daha sonra kesit plastik bir kalıp içerisine yerleştirilmiş ve rezin ile doldurularak kalıp hazırlanmıştır. Yaklaşık 12 saat sonra kalıp çıkarılarak 2 veya 3 adet 1 mm kalınlığında kesit alınmıştır (Şekil 2). Alınan kesitler mikroskop altında incelenerek yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir (Tsimendides ve Tserpes, 1989).



Şekil 2. Kılıç balıklarının birinci anal yüzgecin ikinci sert ışınından alınan kesitin mikroskop altındaki görünüşü (3 yaş)

Figure 2. Cross sections of the second ray of the first anal fin of swordfish (age 3)

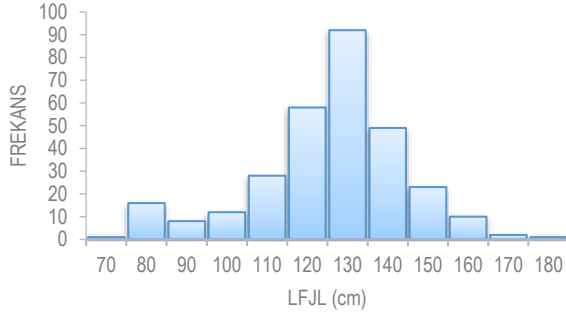
Boyca büyüme parametrelerinin hesaplanmasında von Bertalanffy (1938) büyüme denklemi kullanılmıştır.

$$L_t = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

Bu denklemde; L_{∞} : Balığın teorik olarak ulaşabileceği maksimum boyunu (cm), L_t : "t" yaşındaki balığın boyunu (cm), t_0 : balık boyunun teorik olarak sıfır olduğu yaş (yıl) ve k: büyüme katsayısını (yıl⁻¹) göstermektedir.

BULGULAR

Gökçeada çevresinde tarafımızdan örneklenen boyları 83 – 162 cm (LJFL) ve ağırlıkları 5,11 – 60,6 kg arasında değişen toplam 10 adet kılıç balığı örneklenmiştir. Profesyonel balıkçılar tarafından ise boyları 70 – 174 cm (LJFL), ağırlıkları 4 – 69 kg arasında değişen 290 adet kılıç balığı yakalanmış ve bu bireylerin tamamının boy ağırlık ölçümleri yapılmıştır (Şekil 3).

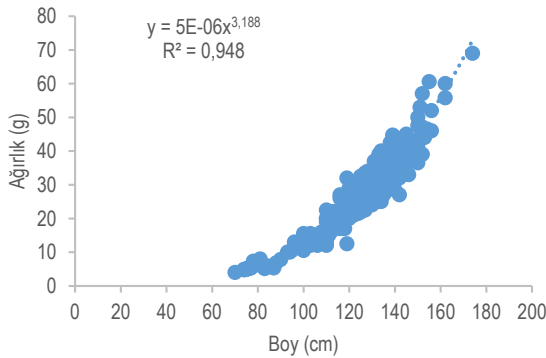


Şekil 3. Gökçeada çevresinde zıpkınla yakalanan kılıç balıklarının boy (cm)-frekans grafiği N = 300

Figure 3. Length-frequency distributions of the swordfish captured by harpoon fishing from Gökçeada N = 300

Boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri

Örneklenen kılıç balıklarının bireysel boy (LJTL) ve ağırlıklarından hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi; $W = 5E-06 L^{3,188}$ olarak bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Gökçeada çevresinde zıpkınla yakalanan kılıç balıklarının boy (LJFL)-ağırlık ilişkisi N = 300

Figure 4. Length-weight relationships of the swordfish captured by harpoon fishing from Gökçeada N = 300

İstatistiksel olarak “b” değerinin 3’ten önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Kılıç balıklarının boy-boy ilişkileri UJTL-LJTL, UJTL-LJFL ve LJTL-LJFL Tablo 1’de verilmiştir. Boy ölçümlerinin birbirleri ile aralarında kuvvetli doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Gökçeada çevresinde zıpkınla yakalanan kılıç balıklarının boy-boy ilişkisi parametreleri

Table 1. Length-length relationships parameters of the swordfish captured by harpoon fishing from Gökçeada

Boy-boy ilişkileri	N	a	b	R ²	P
UJTL-LJTL	300	7,215	0,670	0,94	<0,01
UJTL-LJFL	300	13,480	0,561	0,95	<0,01
LJTL-LJFL	300	10,490	0,815	0,96	<0,01

Yaş ve büyüme özellikleri

Tarafımızdan yakalanan örneklerin tamamından (10 adet) ve profesyonel balıkçılardan elde edilen örneklerin 73 adetinden anal yüzgeç ışını alınmıştır. Diğer balıkların anal yüzgeç ışınlarının alınmasına; balığın piyasa değerinin düşeceği endişesinden dolayı balıkçılar tarafından izin verilmemiştir. Böylelikle toplam 83 adet bireyden yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir.

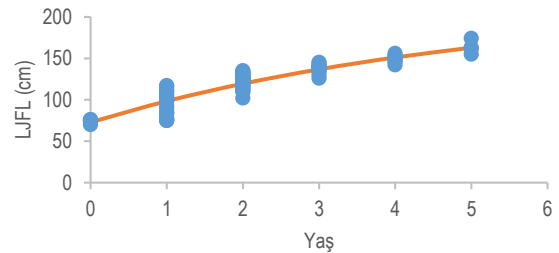
Yapılan yaş tayinleri sonucunda kılıç balığı örneklerinin 0-5 yaş grupları arasında dağılım gösterdikleri ve en fazla bireyin 2 yaş grubunda olduğu ($n = 33$) tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Gökçeada çevresinde zıpkınla yakalanan kılıç balıklarının boy (LJFL) yaş anahtarı N = 83

Table 2. Age-length key of the swordfish captured by harpooning from Gökçeada Island N = 83

Boy grupları (LJFL)	Yaş Grupları						Genel Toplam
	0	1	2	3	4	5	
70 - 79	5	5					10
80 - 89		3					3
90 - 99		3					3
100 - 109		5	1				6
110 - 119		4	9				13
120 - 129			17	1			18
130 - 139			6	7			13
140 - 149				5	3		8
150 - 159					5	1	6
160 - 169						2	2
170 - 179						1	1
Genel Toplam	5	20	33	13	8	4	83

von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri ise $L_{\infty} = 218,3$; $k = 0,193$ ve $t_0 = -2,1031$ olarak bulunmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Gökçeada çevresinde zıpkınla yakalanan kılıç balıklarının von Bertalanffy büyüme grafiği

Figure 5. von Bertalanffy growth curves of the swordfish captured by harpoon fishing from Gökçeada

TARTIŞMA

Kılıç balığının Akdeniz'deki avcılığı ICCAT (The International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) kontrolü altında olup, minimum yakalama boyu (LJFL) 90 cm veya 10 kg olarak önerilmektedir (ICCAT, 2013). Ülkemizde "3/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ (Tebliğ No: 2015/65)" de bu yasal sınırlama 125 cm (çatal boy) olarak belirtilmiştir. Bu bakımdan kılıç balığı boy özelliklerinin bilinmesi avcılığın kontrolü açısından önem arz etmektedir. Bilindiği üzere alt çene çatal boy (LJFL) ölçümü kılıç balığı boy değerlendirmelerinde esas alınmaktadır. Romeo vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada kılıç balığı toplam boyu (UJFL) ile alt çene çatal boy (LJFL) arasında %99 ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bir şekilde yapılan bu çalışmada kılıç balığı alt çene total boy (LJTL), alt çene çatal boy (LJFL) ve total boy (UJTL) aralarında kuvvetli doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bu bakımdan kılıç balığı boy değerlendirmelerin tüm boy ölçümlerinden yapılabileceği düşünülmektedir.

Akyol ve Ceyhan (2011) Ege Denizi kılıç balığı avcılığının 51 ile 242 cm (LJFL) arasında değiştiğini ve gırgır, galsama ağları (yüzer ağlar) ve paragat ile yapılan avcılığın 70-80 cm boy aralığında yoğunlaştığını rapor etmişlerdir. Bilindiği üzere bu boy aralığı türün ilk üreme boyu altındadır (De Metrio vd., 1989). Aynı çalışmada türün üzerinde yoğun bir av baskısı olduğu da bildirilmiştir. 2015 yılında Gökçeada çevresinde zıpkın ile yakalanan kılıç balıklarının boy aralığının 70-174 cm arasında olduğu (LJFL) ve özellikle 120 ile 140 cm (LJFL) arasında yoğunlaştığı belirlenmiştir. Toplam karaya çıkarılan balığın yaklaşık % 30' u yasal boy sınırlamasının altındadır. Bu durumunda türün popülasyonunu etkilediği düşünülmektedir. Bilindiği üzere zıpkın ile avcılık görme esasına dayandığından bu avcılık yönteminin seçiciliği yüksektir. Diğer bir taraftan avcılığın kontrolü açısından türün boy ağırlık ilişkisinin de

bilinmesi önemlidir. Çalışmamızda türün boy ağırlık ilişkisi hesaplanmış ve a ve b değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca boy-ağırlık ilişkisi denklemi türün pozitif allometrik büyüme modeline sahip olduğunu göstermektedir. Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri sıcaklık, besin miktarı, üreme koşulları ve içindeki bulundukları habitat karakteristikleri gibi ekolojik faktörlerden etkilenebilmektedir (Wootton, 1992). Kılıç balıkları oldukça geniş bir yayılım alanına sahip olmalarına rağmen, boy ağırlık ilişkisi üzerine farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir (Wang vd., 2007; Cerna, 2009; Akyol ve Ceyhan, 2011; Aliçlı vd., 2012; Akyol ve Ceyhan, 2013; Varghese vd., 2013).

Kuzey Ege Denizi büyük akıntı sistemlerinin etkisindedir. Özellikle boğazlar sisteminden gelen nütrient bakımından zengin Karadeniz suları bölgeyi zengin kılmaktadır (Beşiktepe vd., 1993). Bu bakımdan kılıç balığının büyüme özelliklerinde değişiklik olması beklenebilir. von Bertalanffy büyüme parametrelerinden K değeri balığın L_{∞} değerine ne kadar hızlı ulaştığını göstermektedir. Bazı türler L_{∞} değerine hızla ulaşırlar ve yüksek K değerine sahiptirler. Bazı türler ise L_{∞} değerine uzun zaman sonra ulaşırlar ve düşük K değerine sahiptirler (Sparre ve Veneme, 1998). Genel olarak brody büyüme katsayısı (K) bir türün genetik bir özelliği olarak nitelendirilmektedir (Čikeš Keč ve Zorica, 2013). Yapılan bu çalışmada, kılıç balığının brody büyüme katsayısı düşük bir değere sahip olduğu (0,19) tespit edilmiştir ve diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. t_0 değeri, balığın yumurtadan çıkmadan önceki kuramsal yaşını ifade etmektedir. Yapılan bu çalışmada elde edilen t_0 değeri, Şili (Cerna, 2009), Batı Akdeniz (Valeiras vd., 2008), Doğu Akdeniz (Aliçlı vd., 2012) ve Ege Denizi'nden (Akyol ve Ceyhan, 2013) elde edilen sonuçlarla büyük benzerlik göstermektedir. Diğer bir parametre olan L_{∞} değeri türün kuramsal olarak ulaşabileceği maksimum boy değerini ifade etmektedir ve bu çalışmada 218,3 cm olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı bölgelerinden elde edilen kılıç balığı von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri
Table 3. Parameters of the von Bertalanffy growth curves of swordfish from different regions

Bölge	Yaş	Cinsiyet	L_{∞}	k	t_0	Referans
Ege Denizi	0-7	D	220	0,25	-1,52	Tsimenides ve Tserpes 1989
Ege Denizi	0-6	E	194	0,34	-1,22	Tsimenides ve Tserpes 1989
Ege Denizi	0-4	D+E	283,6	0,15	-2,09	Akyol ve Ceyhan, 2013
Doğu Akdeniz	1-7	D+E	252,0	0,13	-2,43	Aliçlı vd. 2012
Doğu Akdeniz	0-9	D+E	238,6	0,19	-1,40	Tserpes ve Tsimenides 1995
Batı Akdeniz	0-10	D	263,5	0,12	-2,27	Valeiras vd. 2008
Batı Akdeniz	0-10	E	185,5	0,22	-1,97	Valeiras vd. 2009
Avustralya	0-2	D+E	323,2	-0,08	4,00	Young vd. 2003
Avustralya	0-2	D+E	249,2	-0,13	3,30	Young vd. 2003
Tayvan	0-12	D	300,7	0,04	-0,75	Sun vd. 2002
Tayvan	0-12	E	213,1	0,09	-0,63	Sun vd. 2002
Şili	1-13	D	321,0	0,13	-2,46	Cerna, 2009
Şili	1-13	E	279,0	0,16	-2,65	Cerna, 2009
Kuzey Ege Denizi	0-5	D+E	218,3	0,19	-2,10	Bu çalışma

Farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda bu türün L_{∞} değerinin genel olarak bizim çalışmamızla benzer sonuçlar verdikleri ve bulunan en yüksek değerin ise 323,2 cm olduğu belirlenmiştir (Young vd., 2003).

Sonuç olarak Kuzey Ege Denizinde yapılan zıpkın ile kılıç balığı avcılığının yaklaşık %70' inin yasal boy aralığında yapıldığı ve oseanodrom bir tür olan kılıç balığının büyüme parametrelerinin diğer bölgelere nazaran büyük değişiklikler göstermediği tespit edilmiştir. Bilindiği üzere insan kaynaklı etkiler türlerin biyolojik özelliklerini değiştirmektedir. Özellikle üzerinde yoğun av baskısı olan balık türlerinin ilk üreme boyu ve maksimum boyunda değişiklikler olmaktadır. Bu bakımdan insan kaynaklı etkilerin ekosistem üzerindeki etkisi görebilmek

amacı ile balık türlerinin biyolojik özelliklerinin takip edilmesi gerekmektedir. Predatör türlerin varlığı o ekosistemin sağlıklı işlediğinin göstergesidir. Bu bakımdan kılıç balığı gibi ekonomik ve ekolojik açıdan önemli türlerin biyolojilerinin takip edilmesi gerekmektedir

TEŞEKKÜR

Bu çalışma ÇOMÜ BAP 2015-420 nolu proje tarafından desteklenmiştir. Ayrıca bu çalışma bir yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın örnekleme aşamasında çok büyük emekleri olan ÇOMÜ 3 teknesi kaptanı Yılmaz Tokoğlu'na ve Yüksek Lisans Öğrencisi Mustafa Emanet'e ayrıca harita çiziminde yardımcı olan Arş. Gör. Semih Kale'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Abid, N. & Idrissi, M. H. (2009). Analysis of the size data of swordfish (*Xiphias gladius*) caught by the Moroccan driftnet fishery operating in the Mediterranean Sea. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 64(6), 2093-2104.
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2011). The Turkish Swordfish Fishery. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 66(4), 1471-1479.
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2013). Age and growth of swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 37(1): 59-64.
- Aliçli, T. Z., Oray, I. K., Karakulak, F. S. & Kahraman, A. E. (2012). Age, sex ratio, length-weight relationships and reproductive biology of Mediterranean swordfish, *Xiphias gladius* L., 1758, in the eastern Mediterranean. *African Journal of Biotechnology*, 11(15): 3673-3680.
- Beşiktepe, Ş., Özsoy, E. & Ünlüata, Ü. (1993). Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles Lower Layer Inflow. *Deep Sea Research*, 40: 1815-1838. doi: [10.1016/0967-0637\(93\)90034-Z](https://doi.org/10.1016/0967-0637(93)90034-Z)
- Cerna, J. F. (2009). Age and growth of the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) in the southeastern Pacific off Chile (2001). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(1): 59-69. doi: [10.3856/vol37-issue1-fulltext-5](https://doi.org/10.3856/vol37-issue1-fulltext-5)
- Chang, Y. J., Sun, C. L., Chen, Y., Yeh, S. Z., DiNardo, G. & Su, N. J. (2013). Modelling the impacts of environmental variation on the habitat suitability of swordfish, *Xiphias gladius*, in the equatorial Atlantic Ocean. *Ices Journal of Marine Science*, 70(5): 1000-1012. doi: [10.1093/icesjms/fss190](https://doi.org/10.1093/icesjms/fss190)
- Čikeš Keč, V. & Zorica, B. (2013). Length-weight relationship, age, growth and mortality of Atlantic chub mackerel *Scomber colias* in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(2): 341-349. doi: [10.1017/S0025315412000161](https://doi.org/10.1017/S0025315412000161)
- Collette, B. B. (1995). Xiphiidae. Peces espada, In W. Fischer, F. K., W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds), *Guía FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca* (pp.1651-1652) Pacifico Centro-Oriental, Rome: FAO..
- De Martini, E. E., Uchiyama, J. H. & Williams, H. A. (2000). Sexual maturity, sex ratio, and size composition of swordfish, *Xiphias gladius*, caught by the Hawaii-based pelagic longline fishery. *Fishery Bulletin*, 98(3): 489-506.
- De Metrio G., Megalofonou P. & Tselas S. N. T. (1989). Fishery and Biology of the Swordfish *Xiphias gladius* L., 1758 in Greek waters. *FAO Fisheries Report*, 412: 135-145.
- FAO, F. D. (1994). World review of highly migratory species and straddling stocks. (70p), Rome
- ICCAT. (2013). Management Measures for Mediterranean Swordfish in the Framework of ICCAT [Rec. 11-03]
- Macias, D., Hattour, A., De la Serna, JM. & Gómez-Vives MJ.D.G. (2005). Reproductive characteristic of swordfish (*Xiphias gladius*) caught in the Southwestern Mediterranean during 2003. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT*, 58(2): 454-459.
- Mater, S. & Çoker, T. (2004). Ichthyoplankton atlas of Turkish Seas, Bornova, Izmir: Ege University press, 210 p..
- Nakamura, I. (1985). FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. *FAO Fish. Synop.*, 125(5).
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 382 pp.
- Romeo, T., Consoli, P., Battaglia, P. & Andaloro, F. (2014). A support to manage the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) IUUF (illegal, unreported and unregulated fishing): an easy method to identify the legal size. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(1): 114-116. doi: [10.1111/jai.12306](https://doi.org/10.1111/jai.12306)
- Sparre, P. & Veneme, S. C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper No*, 306(1), 1.
- Sun, C. L., Wang, S. P. & Yeh, S. Z. (2002). Age and growth of the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the waters around Taiwan determined from anal-fin rays. *Fishery Bulletin*, 100(4): 822-835.
- Tserpes, G. & Tsimenides, N. (1995). Determination of age and growth of swordfish, *Xiphias gladius* L., 1758, in the eastern Mediterranean using anal-fin spines. *Fishery Bulletin*, 93(3): 594-602.
- Tsimenides, N. & Tserpes, G. (1989). Age-Determination and growth of swordfish *Xiphias gladius* L., 1758 in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 8(2): 159-168. doi: [10.1016/0165-7836\(89\)90029-5](https://doi.org/10.1016/0165-7836(89)90029-5)
- TUİK (2014). Turkstat, Fishery statistics. <http://www.tuik.gov.tr/>. Access date: 09.12.2015
- Valeiras, X., de la Serna, J. M., Macias, D., Ruiz, M., Garcia-Barcelona, S., Gomez, M. J. & Ortiz de Urbina, J. M. (2008). Age and growth of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Western Mediterranean Sea. *Collective Volume of Scientific Papers, ICCAT*, 62(44): 1112-1121.
- Varghese, S. P., Vijayakumaran, K., Anrose, A. & Mhatre, V. D. (2013). Biological Aspects of Swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, Caught During Tuna Longline Survey in the Indian Seas. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(3): 529-540.
- von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). *Human Biology*, 10: 181-213.

- Wang, S. P., Sun, C. L., Punt, A. E. & Yeh, S. Z. (2007). Application of the sex-specific age-structured assessment method for swordfish, *Xiphias gladius*, in the North Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 84(3): 282-300.
doi: [10.1016/j.fishres.2006.11.027](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.11.027)
- Whitehead, P., Bauchot, M., Hureau, J., Nielsen, J. & Tortonese, E. (1986). Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean (1473 p). Volume I, II and III, Paris: UNESCO, Paris.
- Wootton, R. J. (1992). Constraints in the evolution of fish life histories. *Netherlands Journal of Zoology*, 42: 291-303.
- Young, J., Drake, A. & Groisson, A.L. (2003). Age and Growth of Broadbill Swordfish (*Xiphias gladius*) from Eastern Australian Waters — preliminary results. CSIRO, Division of Marine Research Hobart, Tasmania Australia.
- Young, J., Lansdell, M., Riddoch, S. & Revill, A. (2006). Feeding ecology of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, off eastern Australia in relation to physical and environmental variables. *Bulletin of Marine Science*, 79(3): 793-809.
- Zar, J. H. (1984). Biostatistical Analysis (620 p). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Yasadışı trol balıkçılığının engellenmesi için bir öneri: Anti-trol yapay resif uygulaması ve tasarım ölçütleri

A case study for preventing illegal trawl fishery: The application of anti-trawl artificial reef and design criteria

Mesut Ulugöl¹ • F. Ozan Düzbastılar^{2*}

¹ Sahil Güvenlik Komutanlığı, Bakanlık, Ankara

² Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35040 Bornova, İzmir

*Corresponding author: f.ozan.duzbastilar@ege.edu.tr

Received date: 2.10.2015

Accepted date: 15.2.2016

How to cite this paper:

Ulugöl, M. & Düzbastılar, F.O. (2016). A case study for preventing illegal trawl fishery: The application of anti-trawl artificial reef and design criteria (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 27-34. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.1.05

Öz: Çalışma, yasadışı trol avcılığının yoğun olduğu İzmir Orta Körfezi'ni "örnek olay" biçiminde derinlemesine incelenmesini ve çözüm için planlanan ön hazırlıkları kapsamaktadır. Balıkçı barınakları, balıkçı tekneleri (boy, motor gücü, avcılık ruhsatı vb.) ve trol ağı özellikleri (yatay ağız açıklığı, YA; ağı uzunluğu, AU vb.) tespit edilmiştir. İzmir'de 2010-2014 yılları arasında, Sahil Güvenlik unsurları tarafından yasadışı avcılık faaliyeti sırasında yakalanan trol teknesi 160 civarındadır. Yasadışı avcılık noktalarına ait koordinatlar deniz haritası üzerinde işaretlenmiştir. İzmir genelinde 12 m'den küçük teknelerle kaçak avcılığın yapıldığı ve motor güçlerinin 7-452 kW arasında değiştiği belirlenmiştir. İzmir Körfezi'nde yakalananların %98,2'si trol avcılığı ruhsatı olmayan ve maksimum 286 kW motor gücüne sahip teknelerdir. Bu teknelerin %64'ü Güzelbahçe, Çamaltı Tuzlası ile Hekim Adası ve Çiçek Adaları arasında kalan alanda yakalanmıştır. Buradan yola çıkarak yasadışı trol faaliyetlerinin anti-trol yapay resifleri (ATYR) ile engelleme yoluna gidilmiş, "Güzelbahçe Y. Resif Sahası" ve "Tuzla Y. Resif Sahası" olmak üzere iki adet ATYR alanı belirlenmiştir. Kültür ve tabiat varlıklarının korunması için belirlenen dalışa yasak sahalar, bölgede yürütülmüş önceki yapay resif projeleri, iç körfezin temizlenmesi sırasında kullanılan döküntü sahası, yasal avcılık faaliyetleri, İzmir Körfezi'ndeki dalga yüksekliği verileri ve su derinlikleri dikkate alınmıştır. Donatılı betondan imal edilecek ATYR ağırlığı 2,9 ton ve boyutu 110x110x100 cm³ olarak hesaplanmıştır. ATYR bloklarının sahile paralel yerleştirildiği durumda, bloklar arası mesafeyi (BAM) bulmak için çelik halat uzunluğu (CU), palamar halatı uzunluğu (PU) ve ağı uzunluğundan (AU) av takımının toplam boyu (TB) 167 m olarak bulunmuştur. Sahile dik yerleştirilmesinde en küçük yasadışı trol teknesi temel alınmış, YA, AU, PU verilerinden trol kapıları arası mesafe (KM) 22 m olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, 23-47 m derinlikler için, 200X25 m²'lik düzenle, 0,2 ha/adet yoğunlukta, her iki bölge için 6808 adet ATYR'ye ihtiyaç duyulmuştur. Projenin tamamlanma süresi 9 ay, maliyeti (inşa, nakliye, atım, kiralama bedeli vb.) 8.046.856 TL olarak ön görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Yasadışı trol avcılığı, anti-trol, yapay resif, İzmir Körfezi, tasarım, örnek olay

Abstract: The case study was carried out to prevent illegal trawl fisheries in İzmir Bay. Fishing ports, fishing vessels (length, engine power, commercial fishing licence etc.) and trawl net specifications (horizontal mouth opening, NH; trawl net length, NL etc.) were surveyed. The number of trawlers fishing illegally off İzmir which were seized by Turkish Coast Guard (TCG) between 2010 and 2014 was approximate 160. The plots of illegal trawlers caught in fishing area by TCG were marked on the map. It was obtained that trawlers fishing illegally smaller than 12 m and engine power of vessels were between 7 and 452 kW in İzmir. 98.2% of seized illegal trawlers in İzmir Bay had no fishing license and had maximum 286 kW engine power. Of these, 64% of trawlers were caught near coasts of Tuzla and Güzelbahçe localities. Therefore, two artificial reef sites (Tuzla and Güzelbahçe) were concluded in the Middle Bay of İzmir. While planning the project, banned dive sites for Preservation of Culture and Natural Heritage, previous artificial reef projects in the area, mud disposal site that is used during the cleaning of the inner bay, legal fishing activities, wave and current data in İzmir Bay and water depths were considered. Anti-trawl blocks were planned to construct reinforced concrete with 2.9 tones and 110x110x100 cubic centimeter. In the case where anti-trawl reefs are placed parallel to the coastline, total length of trawl gear (LG) was found as 167 m from the distance between the blocks (DB); warp length (WL), sweep length (SL), and NL. In other case (perpendicular to the coastline), minimum trawler was considered and distance between trawl doors (TD) was found as 22 m from NH, NL and, SL. Consequently, the distance between anti-trawl blocks and deployment depths were determined as between 25-200 m and 23-47 m, respectively. The protection ratio was 0.2 ha/number and total number of anti-trawl reefs was estimated as 6,808 for two artificial reef sites. The duration of the project was expected as nine months and the total budget of the project (construction, transportation, deployment, renting etc.) was estimated as 8,046,856 TL.

Keywords: Illegal trawl fishing, anti-trawl, artificial reef, İzmir Bay, design, case study

GİRİŞ

Yasadışı, bildirimsiz ve kurlsız balıkçılık, ulusal, bölgesel ya da uluslararası balıkçılık koruma ve yönetim mevzuatı veya tedbirlerine uymayan balıkçılık faaliyetleri olarak ifade

edilmektedir. Yasadışı balıkçılık ise uluslararası veya devlet otoritesinin izni olmadan ulusal kanunlar ve uluslararası yükümlülükleri yok sayarak balıkçı tekneleri tarafından deniz

ve içsulara yapılan avcılıktır (Newman, 2015). Pitcher vd. (2002), Akdeniz’de yasadışı ve kayıt dışı avcılık miktarlarına dikkat çekerken, Agnew vd. (2009) yasadışı avcılık faaliyetleri ve kayda girmeyen av miktarının dünya çapında 26 milyon tona kadar çıktığını belirtmişlerdir.

Dip trolleri yasal olmasına rağmen, avcılık tekniği ve yapısal özellikleri nedeniyle bentik omurgasız topluluklarına (Jennings vd., 2001; Hermesen vd., 2003), habitat ve türlere (karbonat tepecikleri, derin deniz süngerleri, *Modiolus modiolus* ve *Ostrea edulis* yatakları, *Sabellaria spinulosa* resifleri, *Virgularia* sp. ve zeminde gömülü yaşayan büyük hayvanlar) (OSPAR Commission, 2006) negatif etkiler yapmaktadır. Yasadışı trol avcılığının ise kıyı bölgelerde yayılım gösteren ve endemik bir tür olan deniz çayırlarına (*Posidonia oceanica*) olan yıkıcı etkisi birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır (Sánchez-Jerez ve Ramos Esplá, 1996; Sánchez-Jerez vd., 2002; Pickering vd., 1998). Kaykaç vd. (2014), dip trollerinin birçok olumsuz etkisi olmasına rağmen, demersal kaynakların avcılığı bakımından vazgeçilemeyecek bir av takımı olduğunu belirtmişlerdir. Bu olumsuz etkiler, deniz çayırlarının zeminde sökülmesi, dip yapısının zarar görmesi ve yeniden kolonileşmeye olanak vermemesiyle habitatın yitirilmesi anlamına gelmektedir (Pickering vd., 1998). Ekolojik zararlarının yanında, ekonomik açıdan bakıldığında, trol ağlarının tuzaklara, uzatma ağlarına ve diğer sabit av takımlarına zarar verme ihtimali her zaman vardır (Kuperan ve Sutinen, 1998; Pickering vd., 1998). Özellikle yasadışı trol (Pickering vd., 1998) ve algınalar diğer statik av takımlarının kayıp nedenlerinin başında gelmektedir (Ayaz vd., 2004).

Yasadışı trol avcılığının önlenmesinde Avrupa’da (Akdeniz) kullanılan araçlardan birisi yapay resiflerdir (Baine, 2001). “Anti-trol” adı verilen ve yasadışı troller için fiziksel engeller oluşturan bu yapılarla, kilometrekarelerce alan kaplanmış ve koruma altına alınmıştır (Jensen, 2002). Akdeniz’deki ilk uygulamalar 1976’da Monako’da deniz çayırlarının ve kırmızı mercan (*Coralium rubrum*) oluşumunun korunması amacıyla yürütülmüştür (Allemand vd., 2000). Monako, İtalya ve Fransa deniz koruma alanlarının desteklenmesi amacıyla yapay resifleri kullanmışlardır (Jensen vd., 2000). Yapay resif olarak, eski araba kasaları (Baine, 2001; Relini vd., 2007), ahşap kayıklar (Baine, 2001; Relini vd., 2007) ve beton bloklar (Bombace vd., 1993; Baine, 2001; Fabi, 2006) denize bırakılmıştır. Anti-trol adı verilen, farklı malzeme ve yöntemlerle elde edilen etkili yapay resif tipi (Jensen vd., 2000), trol ağının engellemeye yarayan zemindeki fiziksel nesneler olarak da tanımlanmaktadır (Pickering vd., 1998). Ağın takılması ve zarar görmesi için betona gömülen ve bir bölümü dışarıda kalan çelik profillerden oluşan (Düzbastılar ve Lök, 2004) stabil, dayanıklı ve deniz ortamına uyumlu donatılı beton tasarımlar (Lukens, 2004), günümüzde en çok tercih edilen anti-trol yapay resifler haline gelmiştir.

Lök vd. (2011), Türkiye balıkçılığındaki ana problemleri belirtirken, balıkçılık yönetim organizasyonunun yetersizliği, balık stok hesaplamalarındaki eksiklik, aşırı avcılık, aynı av

sahasının farklı av araçları tarafından kullanımı ve yasadışı balıkçılık faaliyetleri olarak sınıflandırmışlardır. Yasadışı trolleri engellemek için Ege Denizi’nde (Ürkmaz, Gümüldür, Selçuk vb.) her ne kadar anti-trol tasarımı olmasa da, amaçlarından biri trolleri engellemek olan yapay resif bloklarının yerleştirildiğini bildirmişlerdir. 2008-2009 yılları arasında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın yürüttüğü ve 2020’de tamamlanması ön görülen “Ulusal Yapay Resif Mastır Plan” kapsamında 3 farklı yapay resif tipi (üretim, koruma ve karışık tip) belirlenmiş, öncelikli olarak küçük ölçekli balıkçılığı desteklemek amacıyla yeni alanlar oluşturulması ve mevcut verimli alanların korunması hedeflenmiştir (Lök vd., 2009). Ege Denizi’nde, anti-trol yapay resiflerin tasarım ve uygulama olarak büyük ölçekli ilk ve tek örneği, “Ulusal Yapay Resif Mastır Plan” çerçevesinde pilot bölge seçilen Balıkesir (Altınoluk) kıyılarında, üretim amaçlı kullanılan yapay resiflerin yasadışı avcılık faaliyetleri tarafından tahrip edilmemesi amacıyla kullanılmasıdır (Lök vd., 2013). Kuzeydoğu Akdeniz’de koruma amaçlı daha küçük ölçekli bir proje (2009-2102, 120 adet anti-trol) (Gökçe ve Çekiç, 2009; Gökçe, 2013) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, yerel halkın merkezi otoriteden izin almadan kıyı sürütme ve sürüklenme takımlarını engellemek amacıyla kullandıkları, içi beton veya taş dolu variller, tekne, metal atıklar vb. uygulamalar tüm kıyılarımızda gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada, yasadışı trol avcılığının yoğun olarak yapıldığı İzmir Körfezi’nde yasadışı trol rota ve sahaları, yasadışı trol tekne ve av araçlarına ilişkin özellikler belirlenerek iki farklı yapay resif sahası seçilmiş, farklı ölçütlere göre yapay resif tasarımı yapılmış ve proje maliyetleri belirlenmiştir. Ayrıca bu örnek olay, yerel veya merkezi otoritenin yasadışı trol balıkçılığı başta diğer yasal olmayan avcılık faaliyetlerinin engellenmesi amacını gütmesi durumunda yol gösterici bir ön çalışma olarak ele alınmıştır.

MATERYAL VE METOT

Ülkemiz sularında dip trolleriyle yapılan avcılığın yasak olduğu bölgeleri tespit etmek için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yayımlanan “3/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ (Tebliğ No: 2012/65)” kullanılmıştır (BSGM, 2012). İzmir Körfezi’nde yasadışı trol faaliyetlerinin yürütüldüğü bölgelerin belirlenmesinde Sahil Güvenlik Komutanlığı’nın (SGK), 2010-2014 yılları arasında gerçekleştirdiği yasadışı dip trolü tespit miktarları esas alınmıştır. İzmir Körfezi’nde yapay resif alanlarının oluşturulmasında Deniz Kuvvetleri Komutanlığı, Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı tarafından yayımlanan 22B numaralı Kuzey Ege ve 221 numaralı İzmir Körfezi deniz haritaları kullanılmıştır. Aynı kurum tarafından basılan Ege Denizi Meteorolojik Atlası’ndan (SHOD, 1983) yararlanılarak bölgedeki dalga yüksekliği ve akıntı verilerine ulaşılmıştır. İzmir Körfezi’nde yer alan 10 adet balıkçı barınağı gezilerek barınak, balıkçı teknesi ve av aracı özellikleri belirlenmiştir. Balıkçı barınaklarından veri elde edilmesinde balıkçılar, yasadışı balıkçılık yapan kişiler, balıkçı kooperatifi yetkilileri, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ve SGK

personeli ile görüşülmüştür. Bölgede planlanan yapay resif alanları ve anti-trollerin tasarlanmasında bazı ölçütler temel alınmıştır.

Bunlar:

- Trol teknesi ve av araçları özellikleri (motor gücü, ağ uzunluğu vb.)
- Anti-trol yapay resif sahasının seçimi ve yerleştirme planı/planları
- Çevresel tasarım (dalga ve akıntı, su derinliği vb.) (Düzbastılar, 2003; Düzbastılar ve Tokaç, 2003; Düzbastılar vd., 2006; Düzbastılar ve Şentürk, 2009)
- Fiziksel tasarım (şekil, ölçü, malzeme vb.) (Düzbastılar ve Lök, 2004; Lukens, 2004)
- Ekonomik tasarım (maliyet, toplam bütçe)

olarak belirlenmiştir. Av araçlarına ait ölçüler bazı geometrik bağıntılar kullanılarak (1) ve (2) numaralı eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Ramos-Esplà vd., 2000). Anti-trol yapay resiflerinin sahile dik olarak yerleştirilmesi için (1) numaralı, paralel yerleştirilmesi için de (2) numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$KM=(YA.(PU+AU))/AU \quad (1)$$

$$TB=CU+PU+AU \quad (2)$$

$$CU=3z+25 \quad (3)$$

Burada KM; trol kapıları arası mesafeyi (m), YA; yatay ağız açıklığını (m), PU; palamar halatı uzunluğunu (m), AU; ağ uzunluğunu (m), TB; av takımının toplam boyunu (m) ve CU; çelik halat uzunluğunu (m) ifade etmektedir. CU ise (3) numaralı eşitlik yardımıyla su derinliğinin (m) bilinmesi şartıyla bulunabilir (Ramos-Esplà vd., 2000). Tel halatın suya giriş açısına (α) ve su derinliğine (z) bağlı tel halat uzunluğu (CU) (4) numaralı eşitlik yardımıyla bulunabilir (Düzbastılar vd., 2003).

$$\sin\alpha=z/CU \quad (4)$$

Trol teknesinin motor gücü (MG; BG) ile yapay resif ağırlığı (W_{blok} ; t) arasındaki ilişki (5) numaralı eşitlik ile verilmiştir (Ramos-Esplà vd., 2000). (6) numaralı eşitlikten betonun özgül ağırlığı (γ_{beton} ; t/m³) ve hacmine (V_{blok} ; m³) göre W_{blok} değerini hesaplamak mümkündür.

$$W_{\text{blok}} \geq 18,9.MG-555.\log MG+9774 \quad (5)$$

$$W_{\text{blok}} = \gamma_{\text{beton}}.V_{\text{blok}} \quad (6)$$

BULGULAR

Yasadışı balıkçılık faaliyetlerinin tespit edilmesi

Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ'de yer alan yasal balıkçılık alanları dışında sürdürülen yasadışı balıkçılık faaliyetleri, SGK tarafından 2010-2014 yılları

arasında 28 il için tespit edilmiştir. Bu yıllar arasında yasadışı dip trolü avcılığı vakası tespit edilen en yoğun olduğu ilk beş il: İstanbul (400), İzmir (159), Mersin (68), Balıkesir (46) ve Çanakkale'dir (29). İzmir'deki vakaların 116'sı İzmir Körfezi'ndedir (2010-2014). İzmir il genelinde Güzelbahçe açıkları, Uzunada açıkları, kuzeyi ve doğusu, Tuzla önleri ve açıkları, Hekim Adası açıkları ve doğusu, Karaburun açıkları ve kuzeyi, Mordoğan açıkları ve kuzeyi, İnciraltı önleri, Urla açıkları, Foça açıkları, Gülbahçe Körfezi, Azaplar açıkları, Zeytinalanı açıkları, Leventler güneyi ve Kapan Burnu önlerinde trol balıkçılığı ihlalleri yapılmıştır.

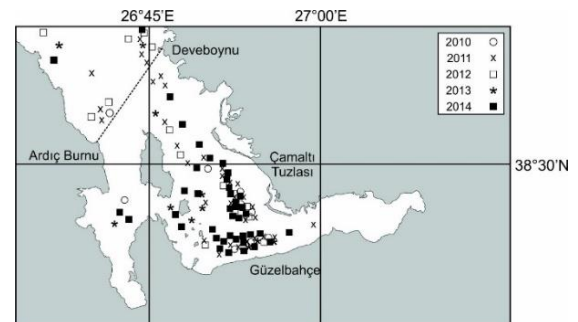
İzmir Körfezi'nde 2010 yılında yakalanan teknelerin sadece biri trol-gırgır ruhsatı olan, ancak yasal alanlar dışında avlanan bir vaka olarak kayda geçmiştir (Tablo 1). Diğer tüm balıkçı teknelerinin trol avcılığı ruhsatı olmayan "yasadışı trol" olduğu saptanmıştır. 2011 yılında yakalanan 33 tekneden 7 adedinin çok amaçlı küçük ölçekli motorlu-motorsuz ve trol-gırgır ruhsatına sahip olup yasal hattın (Ardıc Burnu ile Deveboynu hattı) dışında oldukları belirlenmiştir. 2012 yılında, 16 tekneden sadece altısı trol ruhsatlı olup yasal hattın dışında yakalanmışlardır. 2013'te yakalanan 14 tekneden sadece biri Karaburun açıklarında yakalanan ruhsatlı trol teknesidir. 2014 yılındaki 43 vakadan 41'i trol ruhsatı olmayan tekneler tarafından sürdürülmüş yasadışı faaliyetlerdir.

Tablo 1. İzmir Körfezi'ndeki 2010-2014 yılları arasında yasadışı trol avcılığı tespitlerine ait veri

Table 1. Information of illegal trawl fishery in İzmir Bay between 2010 and 2014

	Yıl				
	2010	2011	2012	2013	2014
Toplam trol tespit sayısı	10	33	16	14	43
Trol için ruhsatlı tekne sayısı	1	7	6	1	4
Yasadışı trol tekne sayısı	9	26	11	13	39
Trol teknesi oranı	10	21	37	7	9
Trol yasak sahası içindeki tekne sayısı	9	26	10	11	41
Trol yasak sahası içindeki tekne yüzdesi	%90	%79	%62	%79	%95

İzmir Körfezi'nde 2010-2014 yılları arasında yasadışı dip trol avcılığı faaliyetlerinde SGK personeli tarafından saptanan teknelerle ait mevki harita üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 1).



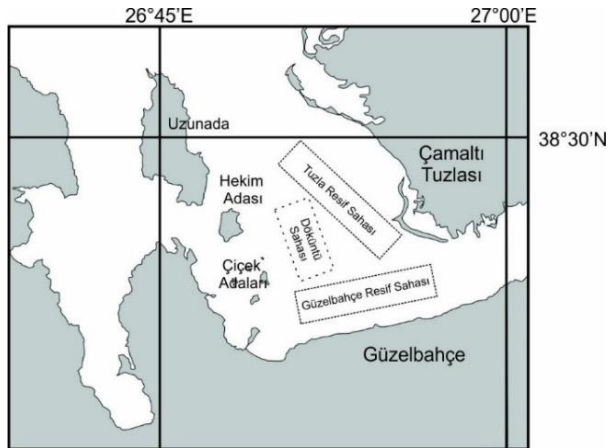
Şekil 1. 2010-2014 arasında İzmir Körfezi'nde tespit edilen yasadışı trol avlanma mevki

Figure 1. Illegal trawl fishing locations detected in İzmir Bay between the years of 2010 and 2014

Bu mevkiilerden %64'ünün Güzelbahçe, Çamaltı Tuzlası ile Hekim Adası ve Çiçek Adaları arasında kalan sahada olduğu görülmektedir. Bu saha içinde tespit edilen vakalardan %98,2'sinin trol avcılığı ruhsatı olmayan, 12 m'den daha küçük ve maksimum 286 kW motor gücüne sahip tekneler olduğu belirlenmiştir. Saha çalışmaları sırasında 10 adet balıkçı barınağına gidilmiştir. Bu barınaklardan sadece Urla (İskele), Bostanlı ve Mordoğan'da yasadışı trol teknesi şüphesi taşıyan 12 m'den küçük balıkçı teknelerine rastlanmamıştır.

Anti-trol yapay resif sahasının belirlenmesi

Yasadışı avcılık faaliyetlerinin en yoğun olarak yapıldığı Çamaltı Tuzlası ve Güzelbahçe önleri koruma sahası olarak seçilmiştir (Şekil 1, 2). Urla önlerindeki kültür ve tabiat varlıklarının korunması için belirlenen dalışa yasak saha, resif sahasının bu civarda uygulanabilirliğine engel olmuştur. Çiçek Adaları ve Hekim Adası'nın doğusunda iç körfezin çamurunun temizlenmesi sırasında seçilen "döküntü sahası" yapay resifler için zemin açısından uygun bulunmamıştır. Tebliğ No: 2012/65 (BSGM, 2012) bölgedeki yasal ve yasal olmayan balıkçılık faaliyetlerinin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Bölgede daha önce farklı amaçlarla yapay resif projeleri oluşturulmuştur. Seçilecek bölgedeki yapay resif uygulaması önceki çalışmalara (Lök, 1995; Ulaş, 2000; Lök vd., 2002; Düzbastılar vd., 2006) entegrasyon anlamında önemli bulunmuştur. Düzbastılar ve Şentürk (2010) ve Düzbastılar vd. (2006)'ya göre bölgedeki hakim dalga ve akıntı özelliklerinin ve su derinliklerinin (20 m'den derin) yapay resiflerin yerleştirilmesi için uygun olduğu tespiti doğrultusunda resif sahası derinlikleri 20 m'den daha derinde seçilmiştir. SHOD (1983)'e göre akıntı hızı 188° - 189° yönlerinde 0-0,3 d.mili/sa aralığındadır. Sahada yapılan yasadışı dip trolü balıkçılığında teknelerin av rotalarının kuzey-güney veya doğu-batı şeklinde olduğu saptanmıştır. Gırgır avcılığında maksimum av derinliği sınırı olan 24 m (BSGM, 2012), oluşturulacak yapay resif sahasının kısmen içinde kalmaktadır. Ancak bölgede yapılan gözlemler sonucunda her iki yapay resif bölgesinde de gırgır avcılığı yapılmadığı tespit edilmiştir.

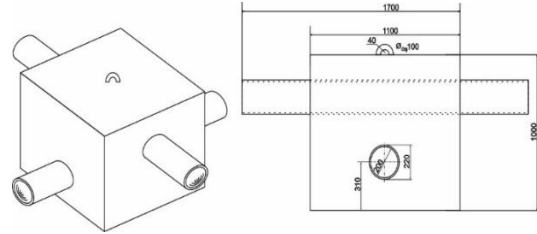


Şekil 2. İzmir Körfezi'nde belirlenen yapay resif alanları
Figure 2. Artificial reef areas determined in İzmir Bay

Yapay resif sahalarından birinin boyutu Şekil 3'teki yasadışı avcılık faaliyetlerine uygun biçimde 5×1 d.mili² (1 deniz mili = 1852 m; 17 ha) olarak belirlenmiştir. Güzelbahçe yapay resif sahası 23 m su derinliğinden başlayarak %0,8 eğimle 45 m'lere kadar ulaşmaktadır. Tuzla yapay resif sahası ise 27-47 m derinlik aralığında seçilmiştir.

Anti-trol yapay resif tasarımı

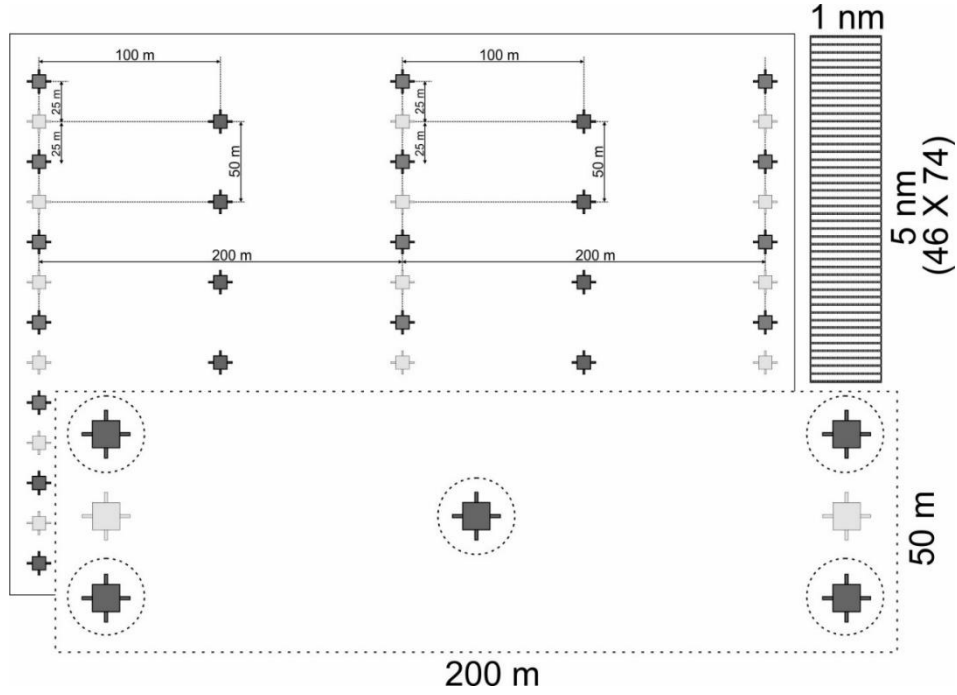
Sahada tespit edilen yasadışı trol teknesi verilerinden maksimum motor gücü (MG = 286 kW) %5'lik bir emniyet faktörü ile yaklaşık 300 kW (400 BG) olarak belirlenmiştir. (4) numaralı eşitlik yardımıyla, W_{blok} 2,9 t olarak bulunur. Betonun özgül ağırlığı (γ_{beton}) 2,4 t/m³ olarak alındığında, yaklaşık 1,21 m³ ($1,1 \times 1,1 \times 1$ m³) dolu hacme sahip bir tasarım (Şekil 3), (5) numaralı eşitliğe göre yaklaşık 2,9 t ağırlığa sahip olmaktadır. Zeminde sürtünmeyi artırmak ve ağa zarar vermek için karşılıklı iki adet çelik boru profil (2 m, 22 cm, e:10 mm) donatılı betonun içine gömülmüştür.



Şekil 3. Anti-trol yapay resif tasarımı (perspektif ve izdüşüm)
Figure 3. Anti-trawl artificial reef design (perspective and projection)

Anti-trol yapay resif sahasının planlanması

Anti-trol yapay resiflerin trol çekim hattı boyunca hangi aralıklarla yerleştirileceğini bulmak için (1) ve (2) numaralı eşitliklerden yararlanılmıştır. Sahada ölçülen trol ağ ve donamlarına ait en küçük değerlerden (YA; 10 m, PU; 30 m, AU; 25 m) CU; 112 m olarak saptanmıştır. Sahile dik yerleştirme için hesaplanan $(10 \times (30+25)/25=22$ m) mesafe (KM) yerleştirmede kolaylık sağlaması açısından 25 m olarak revize edilmiştir. 29 m ortalama derinlik için (3) nolu eşitlikten tel halat uzunluğu $(29 \times 3+25=112$ m) olarak bulunabilir. Aynı değer Düzbastılar vd. (2003) tarafından verilen derinlik, tel açısı ve tel halat uzunluğu bağıntısından da bulunabilir. (4) numaralı eşitlik yardımıyla ($\alpha=15^{\circ}$ ve 29 m derinlik için) CU 112 m bulunmuştur. Sahile paralel yerleştirme için hesaplanan $(112+30+25=167$ m) mesafe de (TB) 200 m olarak düzeltilmiştir. Buna göre en küçük koruma alanı 200×25 m² olan 2 adet yapay resif sahası belirlenmiştir (Şekil 4). Sahanın koruma etkinliğini artırmak ve hem de trol teknesinin rota değiştirme ihtimali olduğundan, sahadaki resif bloklarının arası 25 m'den 50 m'ye (dikey hatta), aralarındaki mesafe de 100 m'den 200 m'ye (yatay hatta) çıkarılmıştır (Şekil 4). Toplam alana denk gelen yapay resif sayısı 3404 adet (bir saha için) olarak belirlenmiştir. 10.000 m²'lik (200×50 m²) alana 5 adet yapay resif bloğu düşmekte ve koruma oranı 0,2 ha/adet (1 ha/5 adet) olarak hesaplanmaktadır. Yaklaşık 17 ha alana sahip her bir yapay resif sahasında, uzun kenarda 46 sıra, kısa kenarda da 74 adet anti-trol yapay resif bloğu yer almaktadır (3404 adet).



Şekil 4. Anti-trol yapay resif bloklarının yerleştirme düzeni (nm=d.mili)
Figure 4. Anti-trawl artificial reef units arrangement (nm=nautical mile)

Anti-trol yapay resif proje maliyeti ve süresinin saptanması

Yapay resif bloklarının üretimi için 30 adet kalıp öngörülmüştür. 3404 adet blok inşası 30 adet kalıp kullanıldığında yaklaşık 4 ay sürmektedir. Blok üretimi, kara nakliyesi, deniz nakliyesi ve yerleştirme aşamaları için piyasa araştırması yapılmıştır (Tablo 2, 3). Yapay resif sahasına yerleştirme süresi kiralanan vinç ve duba kapasitesiyle ilişkilidir. Seyir hızı 400 m/sa olan duba-vinç ile günde 8 saat

çalışma süresi ile 15 adet/sa atım hızında 3404 adet blok yaklaşık bir ayda zemine yerleştirilmektedir.

Bir yapay resif sahası için öngörülen süre yaklaşık 5 aydır. İki yapay resif sahası için toplam proje süresi 9 ay olarak belirlenmiştir. Projede en yüksek maliyeti 7.196.056 TL ile yapay resif bloklarının inşası oluşturmaktadır. Daha sonra blokların karada nakliyesi (680.800 TL) ve deniz nakliye-atım (140.000 TL) kalemleri gelmektedir. Toplam proje maliyeti her iki yapay resif sahası için 8.046.856 TL olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Projede öngörülen birim maliyetler
Table 2. Estimated unit costs of the project

Birim fiyatlar	Maliyet	Açıklama
Beton (TL/m ³)	750 TL (312 usd*)	Hazır beton**
Çelik profil (TL/m)	36 TL (15 usd)	Ø220, e: 10
Blok inşası (TL/adet)	1.057 TL (440 usd)	Beton-çelik malzeme + işçilik
Kalıp (TL/adet)	1.000 TL (416 usd)	5 gözlü kalıp 5.000 TL
Nakliye (TL/adet)	100 TL (42 usd)	Pınarbaşı-Güzelbahçe
Rampalı duba (TL/ay)	35.000 TL (14.584 usd)	Boy:34 m, en: 16 m, 500 ton***
Vinç (TL/ay)	10.000 TL (4166 usd)	60 ton kapasite
Römorkör (TL/ay)	15.000 TL (6250 usd)	Dubayı çekmek için
Yakıt (TL/ay)	10.000 TL (4166 usd)	Römorkör + vinç

* 12.01.2015 tarihli Amerikan Doları kuru (2,4 TL) baz alınarak hesaplanmıştır.

** Dere Prefabrik'e ait fiyat verileri kullanılmıştır (<http://deregroup.com/tr/>)

*** Teknik Dalgıç Denizcilik Şirketi fiyat verileri kullanılmıştır

Tablo 3. Projede öngörülen toplam maliyet
Table 3. Estimating total project costs

Proje aşamaları	Maliyet	Açıklama
Anti-trol yapımı		
Blok inşası	7.196.056 TL (2.995.520 usd*)	6.808 adet blok
Kalıp maliyeti	30.000 TL (12.500 usd)	30 blok için 30 adet kalıp
Kara nakliyesi		
Blokların nakliyesi	680.800 TL (283.667 usd)	Şantiye-Liman arası
Resif sahasına yerleştirme		
Nakil-yerleştirme	120.000 TL (50.000 usd)	Rampalı duba, römorkör kira-yakıt bedeli (2ay)
Vinç	20.000 TL (8.332 usd)	Vinç kira bedeli (2 ay)
Toplam maliyet	8.046.856 TL (3.350.019 usd)	Proje maliyeti

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada ele alınan yasadışı trol balıkçılığı, avcılık ruhsatı olan balıkçı teknesinin yasal düzenlemelere uymadığı (yer ve zaman yasağı) ya da trol av ruhsatı olmayan balıkçı teknesinin balıkçılık sahasında veya balıkçılığa yasak sahada yapmış olduğu balıkçılık şeklinde de tanımlanabilmektedir. Yasadışı avcılık telafisi çok zor ekolojik ve ekonomik kayıplara neden olan uluslararası bir sorun haline gelmiştir (Sánchez-Jerez ve Ramos Esplá, 1996; Pickering vd., 1998; Jennings vd., 2001; Pitcher vd., 2002; Sánchez-Jerez vd., 2002; Hermesen vd., 2003; Agnew vd., 2009; Lök vd., 2011). Balık stokları üzerindeki aşırı balıkçılık baskısına yasadışı avcılık da önemli bir katkı yapmaktadır (Newman, 2015).

Akdeniz'de yasadışı trollerin engellenmesi ve habitatların korunmasında İtalya, İspanya (Guillén vd., 1994; Revenga vd., 1997; Pickering vd., 1998; Sánchez-Jerez ve Ramos Esplá, 2000; Ramos-Esplá vd., 2000; Sánchez-Jerez vd., 2002) ve Fransa, anti-trolleri yoğun olarak kullanmışlardır (Jensen vd., 2000). Bu konuda öncü ülkelerden biri İtalya'dır (Fabi, 2006; Jensen, 2002). Özellikle İtalya ve Fransa hassas habitatların (deniz çayırları ve kırmızı algler) korunması için anti-trol uygulamalarına başvurmuştur (Bombace vd., 1993; Relini vd., 2007). İspanya'da 1989-1998 yılları arasında toplam 190 km²'lik alan anti-troller ile korumaya alınmıştır (Muñoz-Pérez vd., 2000). Bu çalışmada, toplam 34 ha (0,34 km²) alanın 6808 adet anti-trolle "tam korunma" yapılmıştır. Resif bloğu başına maliyet; yaklaşık 1182 TL olarak belirlenmiştir. İspanya 1978-2001 yılları arasında kıyılarında gerçekleştirmiş olduğu 111 adet yapay resif projesinden 44 adedini sadece koruma amacıyla yürütmüştür (Revenga, 2007). Bu projelerden bazılarında, boyutları değişmekle beraber anti-trol başına birim maliyet; 504-3144 TL (1 Euro = 3 TL olarak alınmıştır) arasında değişmektedir. Projelerde korunan toplam alan bu çalışmada tespit edilen 34 hektarlık alanla aynı veya daha fazladır (maksimum 243 kat) (Revenga, 2007). Korunan alan maliyeti, bu projede 237.000 TL civarındadır. Bu oran yurtdışındaki projelerde çok daha düşüktür ki bunun sebeplerinden birisi seçilen sahanın sadece belli yerlerine (örneğin; yasadışı trol rotasının başına ve sonuna) blok yerleştirilmesidir. Korunan alan maliyetinin bu projede daha fazla olması, yasadışı trolle karşı tam koruma

sağlamasındandır. Blok sayısının azaltılması ve üretim amaçlı yapay resif kümeleriyle desteklenmesi durumunda maliyet azalacaktır. Bu da proje maliyetini 20-100 kat azaltacaktır.

İzmir Körfezi özellikle yüksek ekonomik değere sahip demersal ve pelajik türler bakımından önemli bir balıkçılık sahasıdır (Metin vd., 2000; Metin ve Gökçe, 2004). İzmir Körfezi'nde Ardıç Burnu (38° 31.947' N - 26° 37.510' E) ile Deveboynu'nu (38° 39.070' N - 26° 43.509' E) birleştiren hattın güneydoğusunda kalan alanda trol avcılığı yasaktır (BSGM, 2012). İzmir Körfezi'nde özellikle demersal türler üzerinde aşırı avcılık baskısı ve yasadışı avcılık söz konusudur (Metin vd., 2000). Küçük ölçekli balıkçılığın yoğun olarak yapıldığı körfezde, uzatma ağlarıyla özellikle dil, karides (Metin ve Gökçe, 2004; Akyol ve Ceyhan, 2009), sardalya (Kara ve Özekinci, 2002) ve kalamar (Gökçe vd., 2005) avcılığı yapılmaktadır. Ayaz vd. (2004), İzmir Körfezi'nde dil uzatma ağlarının yasadışı avcılık nedeniyle çok fazla zarar gördüğünü ve yüzlerce kilometre ağın kaybindan sorumlu olduklarını ifade etmişlerdir. Anti-trollerin kullanımıyla küçük ölçekli balıkçılıkta yasadışı troller sayesinde zarar gören av araçlarının sayısı azalmış ve küçük balıkçının kazancı artmıştır (Jensen vd., 2000). İtalya'da yapılan bir çalışmada, anti-trol yapay resiflerin koruma işlevlerinin yanında, balık tür ve çeşitliliğini artırdığı ifade edilmiştir (Iannibelli ve Musmarra, 2008). Muñoz-Pérez vd. (2000), İspanya'nın güneybatısında yer alan Cadiz Körfezi'nde yasadışı trollerin rotasını belirleyerek, bir tanesi 6 ton gelen 610 adet anti-trolü sahaya bırakmışlardır. Revenga vd. (1997), İspanya kıyılarında 3 ile 8 t arasında anti-troller kullanıldığını ifade etmiştir. Bu çalışmada da mevcut teknelerin motor güçlerine göre yasadışı trolleri engelleyebilecek yaklaşık 3 tonluk bloklar öngörülmüştür.

Ülkemizde avcılık faaliyetlerinin düzenlenmesi için görevli kurumlar hem yönetim hem de denetim rolünü üstlenmişlerdir (BSGM, 2012; SGK, 2015). Bu kurumlardan bir tanesi görevleri arasında su ürünleri avcılığını denetlemek de olan SGK'dır. Ancak bazı yasal zorluklar ve fiziki şartlar nedeniyle SGK personelinin hava, deniz ve kara unsurları ile tek başına denetim yapması her zaman mümkün olmamaktadır. Balıkçılık faaliyetlerinin düzenlenmesinde farklı yardımcı uygulamalara ihtiyaç vardır ki bunlardan biri "anti-trol" olarak anılmaktadır (Jensen vd., 2000). Bu çalışmada, İzmir Körfezi'ndeki mevcut yasadışı trol balıkçılığı üzerine bir yapay resif projesi

kurgulanarak koruma amaçlı anti-trol yapay resif blokları ve yerleşim planları projelendirilmiştir. Bu sayede denetim mekanizmasının yükü hafifletilmiş olacaktır. Projenin hayata geçirilmesinde karşılaşılabilecek bazı problemler aşağıda özetlenmiştir. Bunlar:

- 1) Bölgede gırgır balıkçılığı yapılması durumunda gırgır ağlarının zarar görmesi
- 2) Mevcut bölgede balıkçılık faaliyeti sürdüren balıkçılara ait av araçlarının anti-trol yapay resiflerine takılma ve zarar görme ihtimali
- 3) Bölgenin her türlü avcılığa kapatılarak deniz koruma alanı olarak değerlendirilmesi
- 4) Yasadışı trol faaliyetlerinin koruma yapılmayan diğer bölgelere kayması
- 5) Proje maliyetinin diğer denetim ve koruma çabalarına göre yüksek bulunması

Yukarıda ifade edilen sorunlar içinde körfezde 24 m'den daha derin sularda avlanabilen gırgırlarla kısmen bir çatışma ortaya çıkmaktadır.

Resif alanındaki anti-trol blokları 23 m'den 40 m'lere kadar

dağılım göstermektedir. Her ne kadar ışıkla gırgır avcılığı körfez içinde yasaklanmış olsa da derinlik ve zaman sınırına uyulduğu sürece gırgır balıkçılığı serbesttir (BSGM, 2012). Ancak her iki yapay resif sahasında yapılan incelemelerde, her iki bölgede de gırgır avcılığı yapılmadığı yerel balıkçılar tarafından teyit edilmiştir. Küçük ölçekli balıkçının av araçlarının anti-trollere takılması ve burada bir süre hayalet avcılık yapma olasılığı söz konusudur. Ancak Akdeniz'de diğer ülkelerde anti-trol yerleştirilen bölgelerde ya da bunlara entegre edilen üretim amaçlı yapay resif alanlarında akustik cihazların yardımıyla blok veya kümeler tespit edilerek avcılık yapılmakta veya deniz koruma alanı olarak tamamen yasaklanmaktadır. Böyle bir durumda alternatif yapay resif sahaları oluşturma gerekliliği ortaya çıkabilir. Balıkların üreme bölgesi olan İzmir Körfezi'nde yasadışı balıkçılığın yapay resifler yardımıyla kısmen engellenmesi, balık stokları üzerindeki aşırı baskıyı hafifletecektir. Bu sayede küçük ölçekli balıkçının hem av takımlarının zarar görmesi önlenmiş olacak hem de yapay resiflerden çeşitli nedenlerle göç eden balıkların (Özgül vd., 2013a; Özgül vd., 2013b) yapay resif bölgesinin dışında avlanması mümkün olacaktır. Yapay resif projesinin maliyetinin yüksek gelmesi durumunda, blok sayısı, sıklık, yerleştirme düzeni, boyut ve resif alanı ile ilgili düzeltmeler yapılarak, bütçe daha uygun hale getirilebilir. .

KAYNAKÇA

- Agnew, D.J., Pearce, J., Pramod, G., Peatman, T. & Watson, R. (2009). Estimating the worldwide extent of illegal fishing. *PLoS ONE*, 4 (2): e4570. doi: [10.1371/journal.pone.0004570](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004570)
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2009). Catch per unit effort of coastal prawn trammel net fishery in İzmir Bay, Aegean Sea, *Mediterranean Marine Science*, 10 (1): 19-23.
- Allemand, D., Debernardi, E. & Seaman, W. (2000). Artificial reefs in the principality of Monaco: Protection and enhancement of coastal zones. In: Jensen A., Collins K., Lockwood A. (Eds), *Artificial Reefs in European Seas* (pp. 151-166). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publ
- Ayaz, A., Ünal, V. & Özekinci, U. (2004). An investigation on the determination of amount of lost set net which cause to ghost fishing in İzmir Bay (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(1-2): 35-38.
- Baine, M. (2001). Artificial reefs: A review of their design, application, management and performance, *Ocean & Coastal Management*, 44: 241-259.
- Bombace, G., Fabi, G. & Fiorentini, L. (1993). Census results on artificial reefs in the Mediterranean Sea, *Bollettino Di Oceanologia Teoretica Ed Applicata*, 11, (3-4), 257-263.
- BSGM, 2012. Notification No. 2012/65 regulating commercial fisheries (in Turkish). Retrieved from <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=9.5.16536&MevzuatIlski=0&sourceXmlSearch=3/1> (20.09.2015)
- Düzbastılar, F.O. (2003). Comparison of local scour depths and wave-current characteristics of cubic artificial reef models deployed in different arrangements (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20 (3-4), 383-390.
- Düzbastılar, F.O. & Tokaç, A. (2003). Determination of effects of artificial reef size on local scouring phenomena resulting from wave action (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20:(3-4), 373-381.
- Düzbastılar, F.O., Tosunoğlu, Z. & Kaykaç, H. (2003). Resistance calculation of the conventional and tailored demersal trawl nets with their gears theoretically (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 20 (1-2), 15-25.
- Düzbastılar, F.O. & Lök, A. (2004). Primary materials in construction of artificial reefs (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, (1-2), 181-185.
- Düzbastılar, F.O., Lök, A., Ulaş, A. & Metin, C. (2006). Recent developments on artificial reef applications in Turkey: Hydraulic experiments, *Bulletin of Marine Science*, 78 (1), 195-202.
- Düzbastılar, F.O. & Şentürk, U. (2009). Determining the weights of two types of artificial reefs required to resist wave action in different water depths and bottom slopes, *Ocean Engineering*, 36 (12-13), 900-913. doi: [10.1016/j.oceaneng.2009.06.008](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2009.06.008)
- Fabi, G. (2006). Le barriere artificiali in Italia (Artificial reefs in Italy). In: Campo Sperimentale in Mare: Prime Esperienze Nel Veneto Relative a Elevazioni del Fondale Con Materiale Inerte, pp. D.P. Maria Grazia pp. 20-34.
- Gökçe, G., Metin, C., Aydın, İ. & Bayramiç, İ. (2005). The common squid (*Loligo vulgaris* Lam., 1798) fishery with shrimp trammel net in İzmir Bay (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22, (3-4), 419-422.
- Gökçe, G. & Çekiç, M. (2009). Artificial reef application for fishing in northern Mediterranean Sea (in Turkish). In: 13. Underwater Science and Technology Conference, 7-8 November, Turkish Republic of Northern Cyprus, pp. 93-97.
- Gökçe, G. (2013). Artificial anti-trawling reef project Adana, Turkey. In: The 10th International Conference on Artificial Reefs and Aquatic Habitats, 23-27 September, İzmir, pp. 65.
- Guillén, J.E., Ramos, A.A., Martínez, L. & Sánchez Lizaso, J.L. (1994). Antitrawling reefs and the protection of *Posidonia oceanica* (L) Deille meadows in the Western Mediterranean Sea: Demand and aims, *Bulletin of Marine Science*, 55: (2-3), 645-650.

- Hermesen, J.M., Collie, J.S. & Valentine, P.C. (2003). Mobile fishing gear reduces benthic megafaunal production on Georges Bank, *Marine Ecology Progress Series*, 260: 97–108. doi: [10.3354/meps260097](https://doi.org/10.3354/meps260097)
- Iannibelli, M. & Musmarra, D. (2008). Effects of anti-trawling artificial reefs on fish assemblages: The case of Salerno Bay (Mediterranean Sea), *Italian Journal of Zoology*, 75:4, 385-394. doi: [10.1080/11250000802365290](https://doi.org/10.1080/11250000802365290)
- Jennings, S., Dinmore, T.A., Duplisea, D.E., Warr, K.J. & Lancaster, J.E. (2001). Trawling disturbance can modify benthic production processes, *Journal of Animal Ecology*, 70: 459–475. doi: [10.1046/j.1365-2656.2001.00504.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2001.00504.x).
- Jensen, A. (2002). Artificial reefs of Europe: Perspective and future, *ICES Journal of Marine Science*, 59: 3-13. doi: [10.1006/jmsc.2002.1298](https://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1298)
- Jensen, A.C., Collins, K.L. & Lockwood, A.P.M. (2000). Current issues relating to artificial reefs in European Seas. In: A.C. Jensen, K.J., Collins and A.P.M., Lockwood (Eds.), *Artificial Reefs in European Seas* (pp. 489-499), U.K.
- Kaykaç, M.H., Zengin, M., Özcan-Akpınar, İ. & Tosunoğlu, Z. (2014). Structural characteristics of towed fishing gears used in the Samsun coast (Black Sea) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31, (2), 87-96. doi: [10.12714/efjfas.2014.31.2.05](https://doi.org/10.12714/efjfas.2014.31.2.05)
- Kara, A. & Özekinci, U. (2002). Selectivity of gillnets used in Sardine fishing (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in Izmir Bay (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19, (3-4), 465-472.
- Kuperan, K. & Sutinen, J.G. (1998). Blue water crime: Deterrence, legitimacy, and compliance in fisheries, Wiley on behalf of the Law and Society Association, *Law & Society Review*, 32 (2), 309-338.
- Lewison, R.L., Crowder, L.B., Read, A.J. & Freeman, S.A. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna, *TRENDS in Ecology and Evolution*, 19 (11), 598-604.
- Lök, A. (1995). A study on the feasibility of artificial reefs (PhD Thesis) (in Turkish with English abstract), Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Fishing Technology Department, Code No: 10.7777.1800.000, Bornova-Izmir, 54pp.
- Lök, A., Metin, C., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O. & Tokaç, A. (2002). Artificial reefs in Turkey, *ICES Journal of Marine Science*, 59, 192-195.
- Lök, A., Metin, C., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., Gül, B., Özgül, A. & Aydın, İ. (2009). Introduction of national artificial reef programme of Turkey. In: F.P. Brandini (Ed.). 9th CARAH-International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats (pp. 49), November 8-13, Universidade Positivo, Curitiba, PR-Brasil
- Lök, A., Düzbastılar, F.O., Gül, B., Özgül, A. & Ulaş, A. (2011). The role of artificial reefs in fisheries management in Turkey. In: S. A. Bortone, F.P. Brandini, G. Fabi and S. Otake (Eds.), *Artificial Reefs in Fisheries Management* Chap. 10 (pp. 155-166), USA: CRC Press.,
- Lök, A., Metin, C., Düzbastılar, F.O., Ulaş, A. & Özgül, A. (2013). Research report on a study on observation of fish community structure and physicochemical parameters (in Turkish), Ege University, Research and Application Center of Underwater, Bornova, Izmir, 21.
- Lukens, R. R. (2004). Guidelines for marine artificial reef materials (2nd Edition). Gulf States Marine Fisheries Commission, No. 121, 198 p.
- Metin, C., Tosunoğlu, Z., Tokaç, A., Lök, A., Aydın, C. & Kaykaç, H. (2000). Seasonal variations of demersal fish composition in Gülbahçe Bay (Izmir Bay), *Turkish Journal of Zoology*, 24: 437-446.
- Metin, C. & Gökçe, G. (2004). Catch composition of trammel nets using in shrimp fisheries in Izmir Bay (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, (3-4), 325-329.
- Muñoz-Pérez, J.J., Gutiérrez Mas, J.M., Naranjo, J.M., Torres, E. & Fages, L. (2000). Position and monitoring of anti-trawling reefs in the Cape of Trafalgar (Gulf of Cadiz, SW Spain), *Bulletin of Marine Science*, 67 (2), 761-772.
- Newman, S. (2015). A case study on illegal fishing and the role of rights-based fisheries management in improving compliance. Case study compiled as part of the EFFACE project. London: Institute for European Environmental Policy. Retrieved from http://efface.eu/sites/default/files/EFFACE_Illegal%20fishing%20and%20the%20role%20of%20rights%20based%20fisheries%20management%20in%20improving%20compliance_0.pdf, (20.09.2015)
- OSPAR Commission (2006). Assessment and monitoring series: Overview of OSPAR assessments 1998-2006, publication number: 287/2006, ISBN: 1-905859-25-2, 89p. Retrieved from (<http://www.ospar.org/about/publications?q=1-905859-25-2&a=7460&y=2006&s=4>), (10.09.2015).
- Özgül, A., Lök, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., Tanrıkulu, T.T. & Pelister, C. (2013a). Determination of fish movement patterns in artificial reef areas (in Turkish). In: The 17th National Fisheries Symposium, 3-6 September, İstanbul, pp. 115-116.
- Özgül, A., Lök, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., Tanrıkulu, T.T. & Pelister, C. (2013b). Residency, home range, and habitat utilization of *Sciaen umbra*, *Scorpaena porcus* and *Scorpaena scrofa* in artificial reefs using acoustic telemetry. In: 10th CARAH, Izmir, Turkey, Sep. 23-27, 47.
- Pickering, H., Whitmarsh, D. & Jensen, A. (1998). Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: Investigating the potential, *Marine Pollution Bulletin*, 37:(8-12), 505-514.
- Pitcher, T.J., Watson, R., Forrest, R., Valtýsson, H. & Guénette, S. (2002). Estimating illegal and unreported catches from marine ecosystems: A basis for change, *Fish and Fisheries*, 3, 317-339.
- Ramos-Esplá A.A., Guillén J.A., Bayle J.T. & Sánchez-Jerez P. (2000). Artificial anti-trawling reefs off Alicante, South-Eastern Iberian Peninsula: Evolution of reef block and set designs. In: A.C. Jensen, K. Collins, A. Lockwood, (Eds), *Artificial Reefs in European Seas* (pp. 195-218), Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publ.,
- Relini, G., Relini, M., Palandri, G., Merello, S. & Beccornia, E. (2007). History, ecology and trends for artificial reefs of the Ligurian sea, Italy, *Hidrobiologia*, 580, 193-217.
- Revenga, S., Fernandez, F., Gonzalez, J.L. & Santaella, E. (1997). Artificial reefs in Spain: the regulatory framework. In: A.C. Jensen (Ed.), *European Artificial Reef Research* (pp. 123-140), Proceedings of the first EARN conference. March 1996 Ancona, Italy
- Revenga, S. (2007). Artificial reefs in Spain. In: Design and management of artificial reefs for fisheries, Zaragoza, CHIEAM, Spain, 7-11 May 2007 (Lecture's notes-unpublished).
- Sainsbury, J.C. (1996). Commercial fishing methods an introduction to vessels and gears. 3rd Edition. Fishing News Books. 359 p.
- Sánchez-Jerez, P. & Ramos-Esplá, A.A. (1996). Detection of environmental impacts by bottom trawling on *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows: Sensivity of fish and Macroinvertebrate communities, *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, 5: 239-253.
- Sánchez-Jerez, P. & Ramos-Esplá, A.A. (2000). Changes in fish assemblages associated with the deployment of an antitrawling reef in seagrass meadows, *Transactions of the American Fisheries Society*, 129:1150-1159.
- Sánchez-Jerez, P., Gillanders, B.M., Rodríguez-Ruiz, S. & Ramos-Esplá, A.A., (2002). Effect of an artificial reef in *Posidonia* meadows on fish assemblage and diet of *Diplodus annularis*, *ICES Journal of Marine Science*, 59: 59-68. doi: [10.1006/jmsc.2002.1213](https://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1213)
- SGK (2015). Coast Guard Command. Retrieved from http://www.sgk.tsk.tr/baskanliklar/plan_prensipler/gorevler/gorevler.asp , (10.09.2015).
- SHOD (1983). The Aegean Sea Meteorological Atlas (in Turkish), Office of Navigation, Hydrography and Oceanography, Turkish Naval Forces Publications, İstanbul.
- Ulaş, A. (2000). A Research on natural and artificial habitats of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) in the Middle of Izmir Bay (PhD Thesis) (in Turkish with English abstract), Ege University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Fishing Technology Department, Code No: 504.06.01, Bornova, Izmir, 72pp.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Digenean parasites of Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Turkish Black Sea coast

Türkiye'nin Karadeniz kıyısındaki karagöz istavrit balığının (*Trachurus trachurus*) Digenea parazitleri

Türkey Öztürk* • Ahmet Özer

Sinop University, Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences, 57000, Sinop, Turkey

*Corresponding author: turkey.ozturk@gmail.com

Received date: 16.4.2015

Accepted date: 14.3.2016

How to cite this paper:

Öztürk, T. & Özer, A. (2016). Digenean Parasites of Atlantic Horse Mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Turkish Black Sea Coast. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 35-40. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.06](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.06)

Abstract: In the present study, we investigated the digenean parasites of Atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L., 1758), in the Turkish Black Sea coast for the first time. Fish were collected throughout a year period from local fishermen in Sinop. A total of 256 fish specimens were weighed and measured, subsequently examined for parasites using conventional methods under an Olympus microscope (BX53) equipped with a digital camera (DP50). The examination included gills, pharynx, body cavity and visceral organs (stomach, intestine, liver, swim bladder and gonads). Parasites recovered were fixed and preserved using methods commonly applied. A total of five species including adults of *Prodistomum polonii* (Molin 1879) Bray and Gibson 1990, *Ectenurus lepidus* Looss, 1907, *Monascus filiformis* (Rudolphi, 1819) Looss, 1907, *Lasiotocus typicus* (Nicoll, 1912) and metacercaria of *Stephanostomum cesticillum* (Molin, 1858) Looss, 1899 were identified. Each parasite species were counted, their prevalence (%) and mean intensity values were determined according to Bush et al. (1997). The difference between parasite loading on two length classes of fish were tested by Mann-Whitney U-test. All the statistical tests were performed at the significance level of 5%. The calculated overall infection prevalence (%) and mean intensity values were 48.8% and 3.78 ± 0.34 , respectively. This data is the first on the digenean parasite fauna of the Atlantic horse mackerel collected from the Turkish Black Sea coast. *Lasiotocus typicus* and *Stephanostomum cesticillum* are new parasite records for Turkey.

Keywords: *Trachurus trachurus*, horse mackerel, digenean parasite, Black Sea

Öz: Bu araştırmada, karagöz istavrit balığının, *Trachurus trachurus* (L., 1758) digenea parazitleri Türkiye'nin Karadeniz kıyısında ilk kez araştırıldı. Balıklar 1 yıl boyunca Sinop'taki yerel balıkçılardan temin edildi. Toplam 256 adet istavrit balığının boyları ve ağırlıkları ölçüldü, ardından dijital kamera (DP50) ile donatılmış Olympus (BX53) marka bir mikroskop altında rutin parazitolojik metotlar kullanılarak parazitleri tanımlandı. Solungaç, yutak, vücut boşluğu ve iç organlar (mide, bağırsak, karaciğer, yüzme kesesi ve gonadlar) incelendi. Bulunan parazitler yaygın olarak uygulanan yöntemler kullanılarak fiks edildi ve saklandı. Ergin *Prodistomum polonii* (Molin 1879) Bray ve Gibson 1990, *Ectenurus lepidus* Looss, 1907, *Monascus filiformis* (Rudolphi, 1819) Looss, 1907, *Lasiotocus typicus* (Nicoll, 1912) ve metaserker *Stephanostomum cesticillum* (Molin, 1858) Looss, 1899 olmak üzere toplam beş tür tespit edildi. Her bir parazit türü sayıldı ve onların enfeksiyon oranı (%) ile enfekte balık başına ortalama parazit sayısı Bush ve ark. (1997) göre belirlendi. İki boy sınıfındaki parazit yükü arasındaki fark Mann-Whitney U testi ile test edildi. Tüm istatistiksel testler %5 önem seviyesine göre değerlendirildi. İncelenen balıkların tamamındaki enfeksiyon oranı %48.8 ve enfekte balık başına ortalama parazit sayısı ise 3.78 ± 0.34 olarak hesaplandı. Bu veriler Türkiye'nin Karadeniz kıyısından yakalanan karagöz istavrit balığı için ilkler. *Lasiotocus typicus* ve *Stephanostomum cesticillum* türleri Türkiye parazit faunası için yeni kayıtlardır.

Anahtar kelimeler: *Trachurus trachurus*, karagöz istavrit, digenea parazit, Karadeniz

INTRODUCTION

The horse mackerels are distributed worldwide and are found throughout temperate, tropical and subtropical seas (Cárdenas et al., 2005). The genus *Trachurus* is represented by the Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus* and Mediterranean horse mackerel *T. mediterraneus*, the previous is the most northerly representative and is distributed from Western Africa to the Norwegian Sea, including Iceland, throughout the North Sea, the Mediterranean and Black Seas

(Smith-Vaniz, 1986). This species is a small pelagic fish and is among the most important fishing resources in Turkish waters. Despite its high commercially value, studies on the digenean parasites of *T. trachurus* are limited and mainly focused in the seas, except the Black Sea, surrounding Turkey (Akmirza, 2001; Oğuz and Bray, 2006; Keser et al., 2007; Sağlam and Sarıyüğüoğlu, 2008). This study is the first to provide data on the digenean parasites and their infection indices in *T.*

trachurus collected from the Turkish Black Sea coast.

MATERIAL AND METHODS

The horse mackerel were collected throughout a year from local fishermen in the period from December 2009 to December 2010. A total of 256 fish specimens near Sinop were transferred to parasitology laboratory at the Faculty of Fisheries. All fish were weighed and measured, subsequently examined for digenean parasites using conventional methods under a dissecting microscope. The examination included gills, pharynx, body cavity and visceral organs (stomach, intestine, liver, swim bladder and gonads). The isolated parasites were fixed with 70% ethyl alcohol. Each digenean species was identified and counted using a phase contrast Olympus microscope (BX53) equipped with a digital camera (DP50). The identification of the parasites was conducted according to the keys provided by Bychovskaya-Pavlovskaya (1964), Gibson and Bray (1986), Bartoli and Bray (2004). Infection prevalence (%) and mean intensity values were calculated according to Bush et al. (1997). Kruskal-Wallis test (Non-parametric ANOVA) was performed to find out the significant differences in the mean intensity values of the parasite for length classes of fish as well as for the seasons. All the statistical tests were performed at the significance level of 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

The current study is the first to report on the digenean parasite fauna of Atlantic horse mackerel from the Turkish Black Sea coast. A total of five species including adults of

Prodistomum polonii (Molin 1879) Bray and Gibson 1990, *Ectenurus lepidus* Looss, 1907, *Monascus filiformis* (Rudolphi, 1819) Looss, 1907, *Lasiotocus typicus* (Nicoll, 1912) and metacercaria of *Stephanostomum cesticillum* (Molin, 1858) Looss, 1899 were identified. The infection prevalence (%) and mean intensity values as well as microhabitat preferences of each parasite species are provided in Table 1 and Figure 1. Photomicrographs of each parasite species are given in Figures 2-6. The overall infection prevalence (%) and mean intensity (MI) values were 48.83% and 3.78 ± 0.34 , respectively. *Lasiotocus typicus* and *Stephanostomum cesticillum* represented new parasite records for Turkey.

Order: Plagiorchiida

Family: Lepocreadiidae

Genus: Prodistomum

***Prodistomum polonii* (Molin, 1859) (Figure 2A-C)**

Syns: *Distomum polonii* Molin, 1859; *Distomum* (*Echinostomum*) *polonii* (Molin, 1859) Stossich, 1886; *Pharyngora polonii* (Molin, 1859) Odhner, 1911; *Opechona polonii* (Molin, 1859) Odhner, 1911

Parasitological indices: These data are provided in Table 1 and Figure 1.

Infection site: intestine

Table 1. Site of infection (microhabitat), prevalence (%) and mean intensity (MI) values of identified digenean parasites in the Atlantic horse mackerel with respect to the fish length classes and seasons (S.E.: Standard Error)

Digenean parasites of the Atlantic horse mackerel			Fish length classes		Seasons			
Parasites species	Microhabitat	Prevalance (%) M.I. $\pm$ S.E.	<13 cm (n:144)	$\geq$ 13 cm (n:112)	Spring (n: 39)	Summer (n: 0)	Autumn (n: 110)	Winter (n: 107)
<i>Prodistomum polonii</i>	Intestine	43.4 3.79 ± 0.37	40.3% 4.55 ± 0.63	47.3% 2.94 ± 0.35	30.8% 2.33 ± 0.91	-	62.7% 4.59 ± 0.56	33.64% 2.89 ± 0.47
<i>Monascus filiformis</i>	Pyloric ceace, intestine	1.6 5.21 ± 3.08	-	3.6% 1.00 ± 0.00	-	-	-	3.74% 1.00 ± 0.00
<i>Ectenurus lepidus</i>	Stomach	2.7 2.00 ± 0.40	-	6.3% 2.00 ± 0.44	-	-	-	6.54% 2.00 ± 0.44
<i>Lasiotocus typicus</i>	Rectum, intestine	5.1 1.85 ± 0.09	6.9% 1.80 ± 0.33	2.7% 2.00 ± 1.00	2.56% 3.00 ± 0.00	-	8.2% 1.67 ± 0.33	2.80% 2.00 ± 1.00
<i>Stephanostomum cesticillum</i>	Gills, pharynx	0.8 1.00 ± 0.00	-	1.80% 2.00 ± 0.00	5.13% 2.00 ± 0.00	-	-	-
Overall		48.8 3.78 ± 0.34	45.1% $4.34 \pm 0.57^*$	53.6% $2.95 \pm 0.32^*$	33.3 2.38 ± 0.84^a	-	62.7 4.41 ± 0.52^b	40.2% 2.91 ± 0.42^a

*Means followed by the same supercript letter are not significantly different ($P > 0.05$)

This is a commonly reported adult parasite of *T. trachurus* in the Black Sea (Bray and Gibson, 1990; Bray and Cribb, 1996), in the Mediterranean Sea (Bartoli et al., 2005), in the Northeast Atlantic (Bray and Gibson, 1997). Sezen-Akandere (1972) reported *Lepidapedon sengunii* and *L. ricci* from *T.*

trachurus in the Sea of Marmara, but Bray and Gibson (1990) considered both species as synonyms of *P. polonii*. This parasite was reported in *T. trachurus* from the Sea of Marmara (Keser et al., 2007) and in *Merlangius merlangus* in the Turkish coast of the Black Sea (Özer et al., 2012).

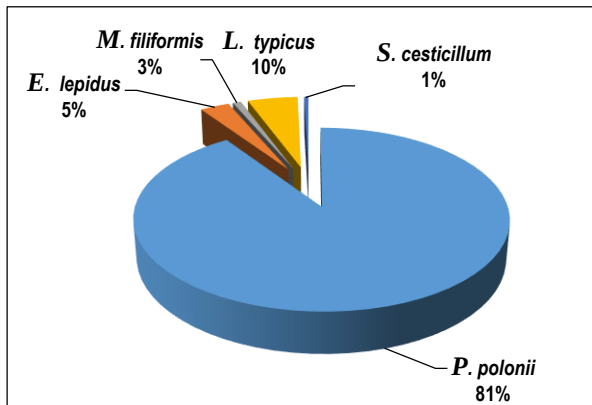


Figure 1. Percentage distribution of identified parasite species in the Atlantic horse mackerel throughout the survey study

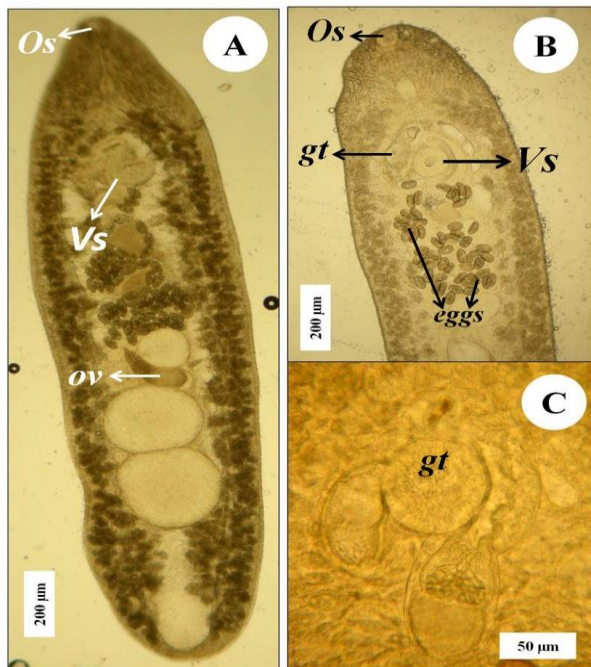


Figure 2. *Prodistomum polonii* (Molin 1879) Bray and Gibson 1990. (unstained, original). A. general view of adult individual, B. anterior section of the parasite, C. details of genitalia. Os. Oral sucker, Vs. ventral sucker, t. testes, Ov. ovary, gt. genitalia

Order: Plagiorchiida
Family: Monorchidae
Genus: Lasiotocus

***Lasiotocus typicus* (Nicoll, 1912) (Figure 4A-D)**

Syn. *Ancylocoelium typicum* Nicoll, 1912

Infection sites: Rectum, intestine, pyloric caeca.

Parasitological indices: These data are provided in Table 1 and Figure 1.

Order: Plagiorchiida

Family Hemiuridae

Genus Ectenurus

***Ectenurus lepidus* Looss, 1907 (Figure 3A-C)**

Syns. *Ectenurus trachuri* Nikolaeva and Kovaleva, 1966; *Hemiurus shalabyi* El-Serafy, Ramadan, Morsy and Lashein, 2002; *Magnacetabulum trachuri* Yamaguti, 1934

Parasitological indices: These data are provided in Table 1 and Figure 1.

Infection site: stomach

This species in adult form is a common parasite of *T. trachurus* (Gibson and Bray, 1986; MacKenzie et al., 2004) and many other hosts. This species has been reported from *T. mediterraneus* in the Mediterranean Sea (Fernandez-Jover et al., 2010) and from *T. mediterraneus ponticus* in the Black Seas (Nikolaeva, 1965), from *Scomber japonicus* in the Aegean and Marmara Seas (Akmirza, 1997, 2000, 2003) and from *T. trachurus* from Marmara Sea (Keser et al., 2007). This is the first report of this parasite in the Turkish coast of the Black Sea.

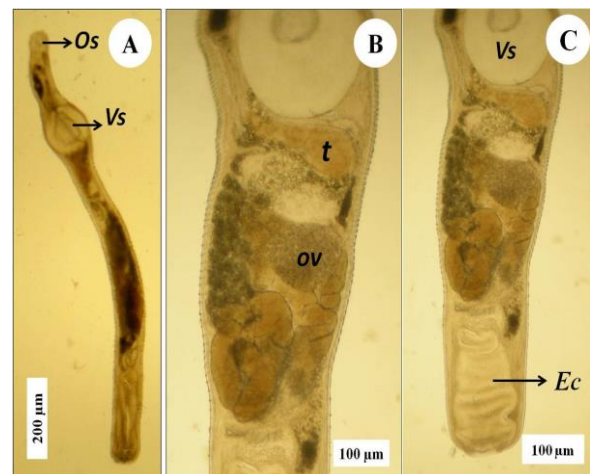


Figure 3. *Ectenurus lepidus* Looss, 1907 (unstained, original). A. Ventral view of adult individual, B. body surface with plaited, C. posterior section of the parasite and tail. Os. oral sucker, Vs. ventral sucker, t. testes, ov. ovary and Ec. ecsoma (inverted)

This species in adult form has been reported from *T. trachurus* in the Black and Azov Seas (Osmanov, 1940), in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea (Gaevskaya and Kovaleva, 1980, 1982; Naidenova and Mordvinova, 1997; Gaevskaya, 2003; Bartoli and Bray, 2004) and from *T. mediterraneus* in the Mediterranean Sea (Fernandez-Jover et al., 2010). This is the first report of this parasite in the Turkish coast of the Black Sea as well as Turkish parasite fauna.

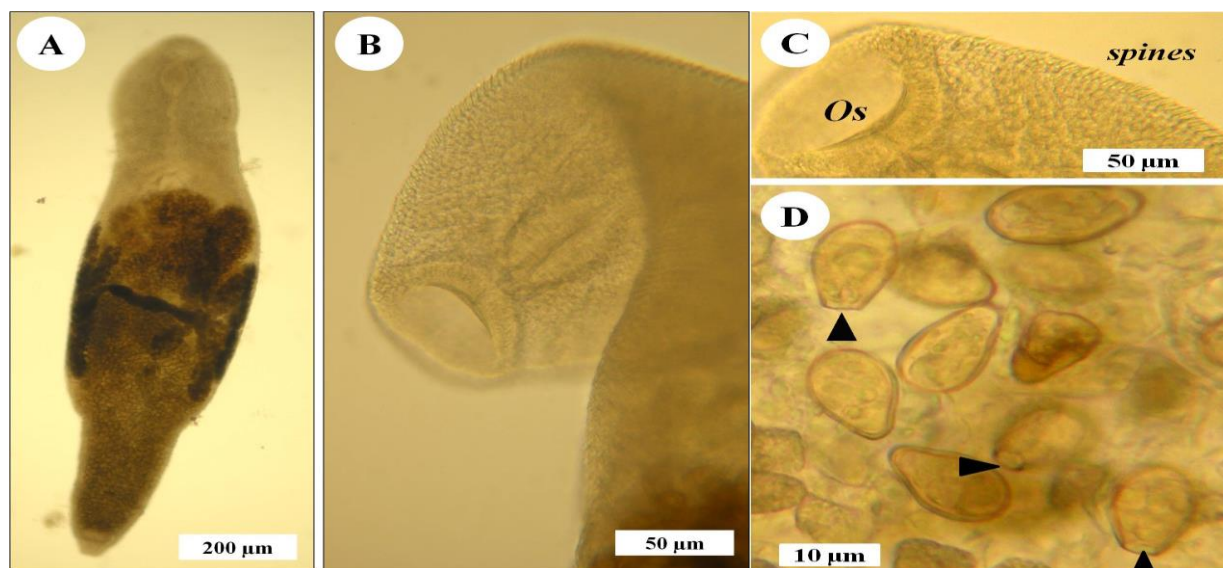


Figure 4. *Lasiotocus typicus* (Nicoll, 1912) (unstained specimen, original). A. Slightly flattened adult specimen (dorsal view), B. Oral sucker (Os) with ventrally subterminal opening, transversely flattened, C. anterior body surface with spines, D. capsulated eggs (arrow heads show capsulate)

Order: Plagiorchiida

Family: Fellodistomidae

Genus: Monascus

***Monascus filiformis* (Rudolphi 1819) (Figure 5A-C)**

Syns. *Distome filiforme* Rudolphi, 1819; *Haplocladus filiformis* Odhner, 1911; *Haplocladus typicus* Odhner, 1911; *Haplocladus orientalis* Yamaguti, 1958 *Karachitrema trilobata* Bilqeess, 1973, *Monascus trilobatus* (Bilqeess, 1973) Hafeezullah, 1984, *M. americanus* Amato, 1982, *M. mediolongiusculus* Ding, 1993

Infection site: Intestine

Parasitological indices: These data are provided in Table 1 and Figure 1.

The adult worms occur mainly in the members of Carangidae, although a wide range of other fishes are also infected. *Monascus filiformis* has a wide distribution, which includes not only the Atlantic Ocean and the Mediterranean, Red, and Black seas, but also the Gulf of Mexico, the Mexican Pacific, and the coastal regions of India and the Arabian peninsula (Amato, 1982; Martorelli and Cremonese, 1998; Sey et al., 2003; Fernandez-Jover et al., 2010). Oguz and Bray (2006) and Keser et al., (2007) reported this parasite from *T. trachurus* in the Sea of Marmara, and pointed out that it has frequently been reported in this host in the Mediterranean and Black Seas. This is the first report of this parasite in the Turkish coast of the Black Sea.

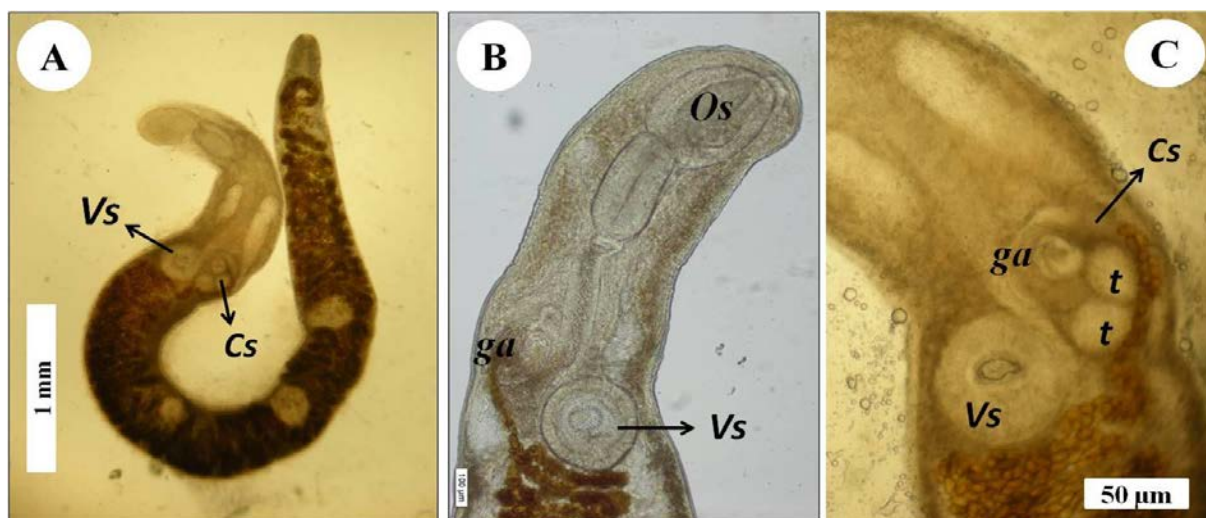


Figure 5. *Monascus filiformis* (Rudolphi, 1819) Looss, 1907 (unstained specimen, original). A. adult individual (ventral view.) B. Anterior section of the parasite, oral (Os) and ventral sucker (Vs). C. general view of genital atrium (ga), cirrus sac (Cs), testes (t) and ventral sucker

Order: Plagiorchiida**Family Acanthocolpidae****Genus Stephanostomum*****Stephanostomum cesticillum* (Molin, 1858) Looss, 1899 (Figure 6A-C)**

Syns. *Distoma cesticillus* Molin, 1858; *Echinostomum cesticillus* (Molin, 1858) Monticelli, 1893; *Anoiktostoma cesticillus* (Molin, 1858) Stossich, 1899; *Stephanochasmus cesticillus* (Molin, 1858) Looss, 1901.

Infection sites: gills, pharynx.

Parasitological indices: These data are provided in Table 1 and Figure 1.

The genus *Stephanostomum* has a wide distribution and its members infect marine teleosts, especially carangids. *Stephanostomum cesticillum* has been reported from the north-eastern Atlantic region, including the Baltic, Mediterranean and Black Seas (Nikolaeva, 1965; Dimitrov, 1989; 1991; Kostadinova and Dimitrov, 1994; Bartoli and Bray, 2001). Carangid fishes can be both definitive and secondary intermediate hosts for this parasite (Dimitrov, 1991; Kostadinova and Dimitrov, 1994).

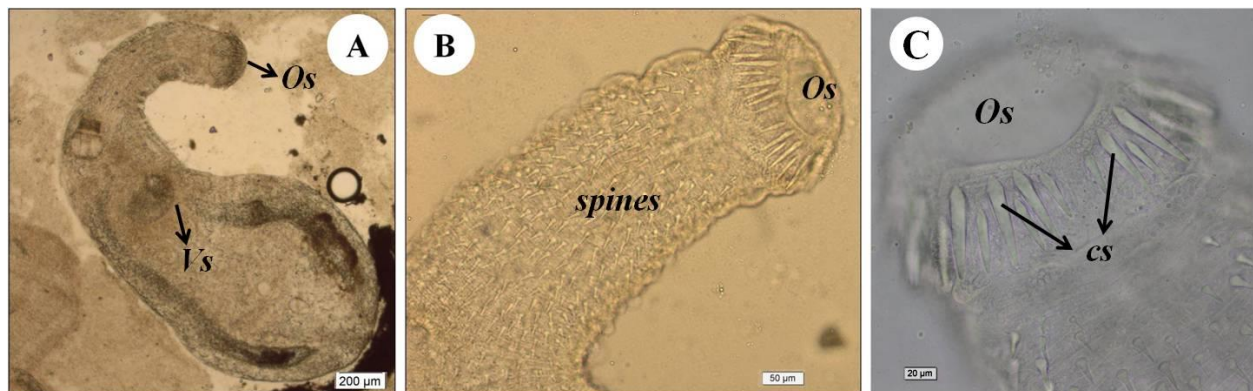


Figure 6. *Stephanostomum cesticillum* (Molin, 1858) Looss, 1899 metacercaria (unstained, original). A. Excysted metacercarial individual. B. General view of anterior section of the parasite and body spines. C. Circum-oral spines. Os. Oral sucker, Vs. Ventral sucker, cs: circum-oral spines

The calculated overall infection prevalence (%) and mean intensity values were 48.8% and 3.78 ± 0.34 , respectively. Of the five digenean species identified in the present study, *P. polonii* was the most prevalent species (Table 1) and the rest had very low infection prevalence values. Infection intensity values of all species were also very low as can be seen in Table 1. While smaller sized fish (<13 cm) had only two parasite species, larger sized fish (≥ 13 cm) had five, in the fish length range between 9.1 - 16.3 cm. Moreover, larger fish had higher infection prevalence than did small fish. There was a seasonal parasitic occurrence that fish examined in winter was occupied by 4 parasite species, spring by 3 and autumn by only 2 species, though infection values were not high enough to make more evaluation. In the light of current literature, total number of parasite species encountered in the present study is higher than that of Keser et al. (2007), Oğuz and Bray (2006), Akmirza (2001) and lower than of MacKenzie et al. (2004). Despite the less number of comparative data to make comparison between

our infection indices and the other, we can conclude that our data has a similarity to the data provided by above mentioned authors.

CONCLUSIONS

This study revealed first data on the digenean fauna of a commercially important fish species. It is important to determine the parasitological data for investigating population structure and stock discrimination in migratory fish species, the use of parasites as biological tags population studies, their phylogeny, interactions with other hosts and environment. Moreover, being heteroxenous parasites, digeneans provide valuable comparable data for host behaviour and distribution in a wide range of areas. This study revealed the first data on the digenean fauna of a commercially important fish species, the Atlantic horse mackerel, in Turkish water, thus, results obtained have a value to be used by other parasitological investigations.

REFERENCES

- Akmirza, A. (1997). The parasites of chub mackerel (*Scomber japonicus*) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14(1-2): 173 – 181.
- Akmirza, A. (2000). Seasonal distribution of parasites detected in fish belonging to the Sparidae family found near Gökçeada (in Turkish with English abstract). *Turkish Society for Parasitology*, 24(4): 435 – 441.
- Akmirza, A. (2001). Seasonal variations in the parasites of horse mackerel (*Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758)). (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-2): 33–37.
- Akmirza, A. (2003). Distribution of parasite fauna of chub mackerel in Aegean and Mediterranean Sea. *Turkish Journal Marine Sciences*, 9: 187 – 195.
- Amato, J.F.R. (1982). Digenetic trematodes of percoid fishes of Florianópolis, southern Brasil—Fellodistomidae, Monascidae, Diplangidae, Zoogonidae,

- and Waretrematidae with description of two new species. *Revista Brasileira de Biologia*, 42: 681-699.
- Bartoli P. & Bray R.A. (2001). Contribution to the knowledge of species of the genus *Stephanostomum* Looss, 1899 (Digenea: Acanthocolpidae) from teleosts of the Western Mediterranean, with the description of *S. gaidropsari* n. sp. *Systematic Parasitology*, 49: 159-188.
- Bartoli P. & Bray R.A. (2004). *Ancylocoelium typicum* Nicoll, 1912 (Digenea: Monorchidae), a poorly known parasite of *Trachurus* spp. (Teleostei: Carangidae) from the western Mediterranean and north-eastern Atlantic, and observations on its taxonomic position. *Systematic Parasitology*, 58: 23-39.
- Bartoli P., Gibson, D.I. & Bray R.A. (2005). Digenean species diversity in teleost fish from a nature reserve off Corsica, France (Western Mediterranean), and a comparison with other Mediterranean regions. *Journal of Natural History*, 39(1): 47-70.
- Bray, R.A. & Cribb, T.H. (1996). Two species of *Prodistomum* Linton, 1910 (Digenea: Lepocreadiidae) from marine fishes of Australia. *Systematic Parasitology*, 35: 59-67.
- Bray R.A. & Gibson, D.I. (1990). The Lepocreadiidae (Digenea) of fishes of the north-east Atlantic: review of the genera *Opechona* Looss, 1907 and *Prodistomum* Linton, 1910. *Systematic Parasitology*, 15: 159 - 202.
- Bray, R.A. & Gibson, D.I. (1997). The Lepocreadiidae Odhner, 1905 (Digenea) of fishes from the north-east Atlantic: summary paper, with keys and checklists. *Systematic Parasitology*, 36: 223-228.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. & Shostak, A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Parasitology*, 83: 575-583.
- Bykhovskaya-Pavlovskaya, I.E., Gusev, A.V., Dubinina, M.N., Izyumov, N.A., Smirnova, T.S., Sokolovskaya, I.L., Shtein, G.A., Shulman, S.S. & Epshtein, V.M. (1964). Key to Parasites of Freshwater Fish of the USSR. Translated from Russian Israel Program for Scientific translations. Jerusalem, Israel.
- Cárdenas, L., Hernández, C.E., Poulin, E., Magoulas, A., Kornfield, I., & Ojeda, F.P. (2005). Origin, diversification, and historical biogeography of the genus *Trachurus* Perciformes: Carangidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 35(2): 496-507. doi:10.1016/j.ympev.2005.01.011
- Dimitrov, G.I. (1989). [Investigations of the helminths of fishes of the Bulgarian Black Sea coast]. Autoreferat na Disertacija. Sofia: *Bulgarian Academy of Sciences*, 35 pp.
- Dimitrov, G.I. (1991). Helminths of Mediterranean scad (*Trachurus mediterraneus ponticus*) from the Bulgarian Black Sea coast. Parasite Host Environment. Poster Abstracts, Second International School, 28 May-1 June, 1991. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences, p. 231.
- Fernandez-Jover, D., Faliex, E., Sanchez-Jerez, P., Sasal, P. & Bayle-Sempere, J.T. (2010). Coastal fish farming does not affect the total parasite communities of wild fish in SW Mediterranean. *Aquaculture*, 300: 10-16. doi: 10.1016/j.aquaculture.2009.12.006
- Gaevskaya, A.V. & Kovaleva, A.A. (1980). Ecological geographical peculiarities of parasitic fauna of the Atlantic horse mackerel (in Russian). In: Fedorov, S.S. (Ed.) [Investigations of the biological resources of the Atlantic Ocean]. Kaliningrad: AtlantNIRO, pp. 18-24.
- Gaevskaya, A.V. & Kovaleva, A.A. (1982). Trematodes infesting Atlantic horse mackerels of the genus *Trachurus* (in Russian, English translation in *Hydrobiological Journal*, 18: 50-55). *Gidrobiologicheskii Zhurnal*, 18: 60-65.
- Gaevskaya A. V. (2003). *Ancylocoelium typicum* (Trematoda, Monorchidae), a parasite of the Horse-Mackerel of the Genus *Trachurus* (in Russian). *Vestnik Zoologii*, 37(3): 43-48. doi: 576.895.122:597.586.1(261)
- Gibson D.I. & Bray R.A. (1986). The Hemiridae (Digenea) of fishes from the north-east Atlantic. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 51(1):1-125.
- Keser R., Bray R.A., Oguz M.C., Celen S., Erdogan S., Doguturk S., Aklanoglu G. & Marti, B. (2007). Helminth parasites of digestive tract of some teleost fish caught in the Dardanelles at Canakkale, Turkey. *Helminthologia*, 44: 217-221. doi: 10.2478/s11687-007-0035-3.
- Kostadinova, A. & Dimitrov, G. (1994). Seasonal variation in helminth communities of *Trachurus mediterraneus ponticus* (Pisces: Carangidae) in the Black Sea. In: Özcel, M.A. & Alkan, M.Z. (Eds) Abstracts. 8th International Congress of Parasitology, 10-14 October, 1994, vol. 2 Izmir: Turkish Society for Parasitology, p. 433.
- MacKenzie, K., Campbell, N., Mattiucci, S., Ramos, P., Pereira, A. & Abauza, P. (2004). A checklist of the protozoan and metazoan parasites reported from the Atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 24(4): 180-184.
- Martorelli, S.R. & Cremonese, F. (1998). A proposed three-host life history of *Monascus filiformis* (Rudolphi, 1819) (Digenea: Fellodistomidae) in the southwest Atlantic Ocean. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 1198-1203.
- Naidenova, N.N. & Mordvinova, T.N. (1997). Helminth fauna of Mediterranean Sea fish upon the data of the IBSS's expeditions (1959-1973). *Ekologiya Morya*, Kiev, 46, 69-74 (in Russian).
- Nikolaeva, W.M. (1965). Parasite fauna of local stocks of some pelagic fishes of the Black Sea. *Trudy Sevastopolskoi Biologicheskoi Stantsii*, 16, 387-438.
- Oğuz, M.C. & Bray, R.A. (2006). Digenetic trematodes of some teleost fish off the Mudanya Coast (Sea of Marmara, Turkey). *Helminthologia*, 43 (3): 161 - 167. doi: 10.2478/s11687-006-0030-0.
- Osmanov, S.U. (1940). [Studies on the parasite fauna of fish of the Black Sea.] *Uchenye Zapiski Leningradskogo Gosudarstvennogo Pedagogicheskogo Instituta imeni A I Gertsena*, 30, 187-265 (in Russian).
- Özer, A., Korniyuchuk, J.M., Öztürk, T., Yurakhno, V.M. (2012). Parasite Fauna of The Whiting, *Merlangius merlangus* L., 1758, and Its Dynamics in Relation With Some Host and Seasonal Factors. EMOP XI. European Multicollequium of Parasitology, 2012 (pp.395) Cluj-Napoca, Romania: Abstract Book.
- Sağlam, N. & Sarıyüpeoğlu, M. (2008). Eunice norvegica (Polychaeta: Eunicidae) in the Gill of Horse mackerel (*Trachurus trachurus*). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2 (1): 37-39.
- Sey, O., Nahhas, F.M., Uch, S. & Vang, C. (2003). Digenetic trematodes from marine fishes off the coast of Kuwait, Arabian Gulf: Fellodistomidae and some smaller families, new host and geographic records. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 49 (3): 179-200
- Sezen-Akandere, Y. (1972). Three new species of the genus *Lepidapedon* obtained from horse mackerel. *Turkish Journal of Biology*, 22: 89-94.
- Smith-Vaniz, W.F. (1986). The Carangidae. In "Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean, vol. II" (Whitehead, P.J.P., Bauchot, M. - L., Hureau, J.-C., Nielsen, J. And Tortonese, E., Eds) pp.815-844. Unesco, Paris.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) balığı dokularında kalsiyum ve zeolit kadmiyum birikimine etkisi

The effects of calcium and zeolite on cadmium accumulation in tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) fish tissues

Hikmet Yeter Çoğun^{1*} • İpek Çimrin Reyhan²

¹ Çukurova Üniversitesi Ceyhan Veteriner Fakültesi Temel Bilimler Bölümü, Fizyoloji AD, Ceyhan, Adana

² Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Kilis

*Corresponding author: hcogun@cu.edu.tr

Received date: 13.1.2016

Accepted date: 24.2.2016

How to cite this paper:

Çoğun, H.Y. & Reyhan, İ.Ç. (2016). The effects of calcium and zeolite on cadmium accumulation in tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) fish tissues (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 41-46. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.1.07

Öz: Araştırmamızda kalsiyum ve zeolit *Oreochromis niloticus* balık dokularında (böbrek, karaciğer, solungaç ve kas) kadmiyum birikimi üzerine etkileri incelenmiştir. Balıklar 5, 10 ve 15 gün sürelerle 1,0 mg/L Cd, 1,0 mg/L Cd+1,0 mg/L Ca (Cd+Ca), 1,0 mg/L Cd+0,1 g/L Zeolit (Cd+ZE) karışımının etkisine bırakılmış, dokulardaki kadmiyum birikimi ICP-MS Spektrometresi ile ölçülmüştür. Dokulardaki kadmiyum derişimi sürenin uzamasıyla artmıştır. En yüksek kadmiyum birikimi böbrek dokusunda bulunmuş olup, bunu karaciğer, solungaç ve kas dokusu izlemiştir. Etkide kalınan tüm sürelerde, *O.niloticus*'un dokularında kadmiyum birikimi kalsiyum ve zeolit varlığında azalmıştır. Çalışma sonucunda, kadmiyum birikiminin zeolit ve kalsiyum tarafından azaltıldığı ve bu azalışta zeolit etkisinin, kalsiyuma göre, daha fazla olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kadmiyum, birikim, kalsiyum, zeolit, *Oreochromis niloticus*

Abstract: In our study, effects of calcium and zeolite on the accumulation of cadmium in fish tissues (kidney, liver, gill and muscle) of *Oreochromis niloticus* was investigated. The fish was exposed to 1.0 mg/L Cd, 1.0 mg/L Cd+1.0 mg/L Ca (Cd+Ca), 1.0 mg/L Cd+0.1 g/L Zeolite (Cd+ZE) mixtures for 5, 10 and 15 days, and cadmium accumulation in tissues were measured by ICP-MS spectrophotometry. Cadmium accumulation also increased with increasing periods of exposure tissues studied. Highest accumulation of cadmium occurred in the kidney followed by liver, gill and muscle. In all exposure periods, accumulation of cadmium in whole tissues of *O. niloticus* decreased statistically significant in the presence of calcium and zeolite. The result of our study demonstrated that the accumulation of cadmium was decreased by calcium and zeolite, and that this decreasing effect of zeolite is more important than that of calcium.

Keywords: Cadmium, accumulation, calcium, zeolite, *Oreochromis niloticus*.

GİRİŞ

Ağır metaller doğal yollarla oluştuğu gibi (toprak erozyonu ve volkanik faaliyetler), insan faaliyetleri ve tarımsal aktivitelerin bir sonucu olarak da ortaya çıkmakta ve çevrede bulunma miktarları artabilmektedir (Moiseenko ve Kudryavtseva, 2001). Sucul ortama giren ağır metaller bir süre sonra sucul organizmalar tarafından ortamdan alınmakta ve besin zinciri yoluyla bir üst düzeye artan derişimlerde iletilmektedirler.

Kadmiyum biyolojik bir aktiviteye girmeyen ve toksik etki göstermesi bakımından ilk sıralarda bulunan önemli bir metaldir. Kadmiyumun endüstride kullanılmasıyla çevre kirliliği önemli derecede artmıştır (Pratap vd. 1989). Volkanik patlamalar, orman yangınları ve fosil yakıtların yanması ile atmosfere karışan kadmiyum yağmur yoluyla ayrıca zirai atıklar, maden atıkları, endüstriyel kullanım ve atık su deşarjlarıyla akuatik ortamlara karışmaktadır (Hollis vd. 1999;

Szebedinszky vd. 2001). Balıklarda kadmiyumun, solungaçlar yolu ile sudan alındığı ardından kan plazmasındaki taşıyıcı proteinlere bağlandığı ve dolaşım yoluyla farklı dokulara dağılarak doku hasarlarına, omurga rahatsızlıklarına, solunum değişimine ve iyon dengesinde bozukluklara neden olduğu bilinmektedir (Wong ve Wong, 2000; De Smet ve Blust, 2001).

Kalsiyum suyun sertlik kalitesini belirlemede çok önemli bir iyondur (Berntssen vd. 2003). Genel olarak organizmalarda kalsiyum kasların kasılmasında, salgı hücrelerinin sekresyonunda, ekstraselüler protein ve enzimlerde kofaktör olarak görev alan önemli işlevleri olan bir iyondur (Hunn, 1985). Zeolitler alüminyum silikat ve kil mineralleri olup, sularda iyon değiştirme ve katyonları uzaklaştırma özelliğindedirler (Türkman vd. 2001; Babel, 2003). Zeolitler, pekçok araştırmada, sucul ortamda toksisitenin giderilmesinde

kullanılmışlardır (Jain, 1999; Mishra ve Jain, 2009; Çoğun ve Şahin, 2012).

Ağır metallerin giderilmesinde kullanılan birçok sentetik kimyasal bileşikler (EDTA, NTA ve DTPA gibi) vardır. Sentetik kimyasal bileşikler metaller için şelat ajan olmaları nedeniyle günümüzde endüstrinin tüm alanlarında geniş bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bu kimyasal bileşiklere ek olarak, günümüzde suyun sertliği gibi ortamlar ve zeolit gibi iyon değiştirebilme kapasitesine sahip madenlerde kullanılmaktadır.

Oreochromis niloticus balıkları su kirliliğinde biyoindekatör olarak kullanılan bir türdür (Almeida vd. 2001). Ayrıca yapılan birçok araştırmada bu türün metallerle karşı çok dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Çoğun vd. 2003; Çoğun ve Kargın, 2004; Sağlamtimur vd. 2004; Çoğun ve Şahin, 2012).

Bu çalışmada, 5, 10 ve 15 günlük uygulama sürelerinde *Oreochromis niloticus* bireylerinde kadmiyumun toksisite etkisinin giderilmesinde, kalsiyum ve zeolit kullanılmıştır. Kadmiyum+kalsiyum (Cd+Ca) ve kadmiyum+zeolit (Cd+ZE) etkisine maruz bırakılan bireylerin solungaç, kas, karaciğer ve böbrek dokularında metal birikimi ile kalsiyum ve zeolit kadmiyum toksisitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada kullanılan *Oreochromis niloticus* bireyleri Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin yetiştirme havuzlarından alınmış ve üç ay süre ile 40X100X40 cm boyutlarındaki dokuz stok akvaryumu içinde laboratuvar koşullarına adaptasyonları sağlanmıştır. Bu süre sonunda balıklar uygun boy ve ağırlığa ulaşmıştır.

Deneyler 20 ± 10C sıcaklıkta yürütülmüş, akvaryumlar merkezi havalandırma sistemi ile havalandırılmış ve günde sekiz saat aydınlatma / 16 saat gece periyodu uygulanmıştır. Balıklar, günde iki kez olmak üzere balık ağırlığının % 1'i kadar hazır balık yemi (Pinar Balık Yemi, Türkiye) ile beslenmişlerdir.

Deney 5, 10 ve 15 gün sürelerde kadmiyumun 1,0 mg/L ortam derişimi ve aynı kadmiyum ortam derişimi ile kalsiyum ve zeolit karışımlarına (1,0 mg/L Cd +1,0 mg/L Ca ve 1,0 mg/L Cd + 0,1 g/L Zeolit) maruz bırakılmıştır.

Deneylerde, 40X100X40 cm boyutlarında olan ve her birinin içerisinde 18 balık bulunan 50'şer litrelik 4 adet cam akvaryum kullanılmıştır. Bu akvaryumlardan ilkinde 1,0 mg/L kadmiyum, ikincisine kadmiyum+kalsiyum (1,0 mg/L Cd

+1,0mg/L Ca) (Cd+Ca), üçüncü akvaryuma kadmiyum+zeolit (1,0 mg/L Cd +0,1 g/L Zeolit) (Cd+ZE) miktarlarda karışımlar konulmuş ve dördüncü akvaryum kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve her tekrarda iki balık örnekleme yapılmıştır.

Deney ortamında metallerin konsantrasyonunda zamana bağlı değişimler olabileceği için deney boyunca akvaryum suları ve çözeltiler iki günde bir değiştirilmiştir. Kullanılan kalsiyum, Ca(OH)₂ (MERCK) formunda, kadmiyum, CdCl₂ (MERCK) formunda olup, zeolit ise İstanbul Rota Madencilik A.Ş.'den <75 mikron çapında temin edilmiştir.

Her deney süresi bitiminde 2'şer adet balık numunesi alınmış ve balıkların kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularının diseksiyonu yapılmıştır. Doku ve organlar etüvide 150 OC'de 48 saat süreyle kurumaya bırakılmışlardır. Kuru ağırlıkları belirlenen doku ve organlar deney tüplerine aktararak üzerlerine 2 ml nitrik asit (Merck, % 65, Ö. A. : 1,40) ve 1 ml perklorik asit (Merck, % 60, Ö. A. : 1,53) eklenmiş (Muramoto, 1983) ve çeker ocakta 1200C' de 3 saat süreyle yakılmıştır. Yakımı tamamlanan örnekler polietilen tüplere aktarılmış ve üzerleri deiyonize su ile 5 ml' ye tamamlanarak kadmiyum analizine hazır hale getirilmiştir. Doku ve organlardaki kadmiyum analizleri Perkin Elmer ICP-MS cihazı kullanılarak tespit edilmiştir.

Doku ve organlardaki kadmiyum analizleri Kilis 7 Aralık Üniversitesi Toprak Analiz Laboratuvarında Perkin Elmer ICP-MS cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerden elde edilen verilerle, SPSS 10 istatistik programı kullanılarak tanımlayıcı istatistikler yapılmış ve ANOVA ile karşılaştırmalar yapılmış Student Newman Keuls ile farklılıklar ortaya çıkarılmıştır.

BULGULAR

Denenen tüm sürelerde (5, 10 ve 15 gün) ortamda bulunan Cd derişimine ve süreye bağlı olarak doku ve organlardaki Cd birikiminin de arttığı saptanmıştır. Denenen ortam derişiminde de en yüksek Cd birikimi böbrekte olmuş, bunu karaciğer, solungaç ve kas dokusu izlemiştir (Tablo 1-3, p<0,01). Kadmiyum'un kalsiyum ve zeolit ile (Cd+Ca ve Cd+ZE) karışımlarının etkisine bırakılan balıkların doku ve organlardaki kadmiyum birikimi 5. günün sonunda önemli düzeyde azalmıştır. Bu azalmalardan en fazla olanı Cd+ZE karışım derişiminde solungaç ve böbrek dokusunda %38 ve %43 oranlarında olmuştur (Tablo 1 p<0,01).

Tablo 1. *Oreochromis niloticus* balık doku ve organlarında 5. günde kadmiyum birikimi (µg Cd/g k.a.)

Table 1. The accumulation of cadmium in tissues and organs of *Oreochromis niloticus* at the 5th day (µg Cd/g d.w.)

ORGAN	0,0 $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	Derişimler (mg/L) 1,0 (mg/L Cd)		Cd+Ca $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	Cd+ZE $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$
		$\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	$\bar{X} \pm S\bar{X}^*$		
Kas	DA a	4,63 ± 0,43 xb		3,44 ± 1,02 xb	3,07 ± 1,13 xb
Solungaç	DA a	13,66 ± 0,21 yb		11,88 ± 1,11 yb	8,45 ± 0,01 yc
Karaciğer	DA a	17,24 ± 0,10 zb		13,40 ± 0,21 zc	12,33 ± 1,52 zc
Böbrek	DA a	53,52 ± 1,63 tb		36,22 ± 1,38 tc	30,30 ± 1,58 td

* : a, b, c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y, z ve t harfleri organlar arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayrım vardır (p<0,01). (Cd+Ca: 1,0 mg/L Cd+1,0 mg/L Ca, Cd+ZE: 1,0 mg/L Cd+1,0 g/L Zeolit) $\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama ± Standart hata, DA: Duyarlılık düzeyinin altında

O. niloticus 'da 10. gün süre sonunda ortam derişimine göre kalsiyum ve zeolit doku ve organlardaki kadmiyum birikimini önemli düzeyde düşürmüştür. Bu azalmalardan en fazla olanı tüm dokularında Cd+ZE karışımı etkisindeki balıklarda olup yaklaşık solungaç dokusunda %54, böbrek dokusunda %44, karaciğer dokusunda %41 oranındadır (Tablo 2).

Ortam süresi 10. gün sonunda tüm derişimlerde ve dokular arasında istatistik olarak fark bulunurken kas dokusunun kadmiyum ortam derişimi ile Cd+Ca ortam derişimi arasında

istatistik olarak fark bulunmamıştır (Tablo 2; $p>0,01$).

Kadmiyum ve karışımlarının etkisindeki balıkların böbrek, karaciğer, solungaç ve kas dokularında kadmiyum birikimi, 15. günün sonunda doğrudan kadmiyum etkisine bırakılan balıklara oranla azaldığı belirlenmiştir (Tablo 3). Bu azalmalardan en fazla olanı Cd+ZE karışımında solungaç ve karaciğer dokusunda %50 ve %46 oranında bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 2. *Oreochromis niloticus* balık doku ve organlarında 10. günde kadmiyum birikimi ($\mu\text{g Cd/g k.a.}$)

Table 2. The accumulation of cadmium in tissues and organs of *Oreochromis niloticus* at the 10 th day ($\mu\text{g Cd/g d.w.}$)

ORGAN	0,0 $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	Derişimler (mg/L) 1,0 (mg/L Cd)		Cd+Ca $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	Cd+ZE $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$
		$\bar{X} \pm S\bar{X}^*$			
Kas	DA a	5,16 $\pm$ 0,26 xb		5,01 $\pm$ 0,71 xb	3,55 $\pm$ 0,30 xc
Solungaç	DA a	22,40 $\pm$ 0,32 yb		16,88 $\pm$ 1,21 yc	10,21 $\pm$ 0,20 yd
Karaciğer	DA a	41,85 $\pm$ 0,20 zb		37,24 $\pm$ 0,11 zc	24,22 $\pm$ 1,40 zd
Böbrek	DA a	76,75 $\pm$ 2,12 tb		53,78 $\pm$ 2,20 tc	42,42 $\pm$ 2,55 td

* : a, b, c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y, z ve t harfleri organlar arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayrım vardır ($p<0,01$). (Cd+Ca: 1,0 mg/L Cd+1,0 mg/L Ca, Cd+ZE: 1,0 mg/L Cd+1,0 g/L Zeolit) $\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata. DA: Duyarılık düzeyinin altında

Tablo 3. *Oreochromis niloticus* balık doku ve organlarında 15. günde kadmiyum birikimi ($\mu\text{g Cd/g k.a.}$)

Table 3. The accumulation of cadmium in tissues and organs of *Oreochromis niloticus* at the 15th day ($\mu\text{g Cd/g d.w.}$)

ORGAN	0,0 $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	Derişimler (mg/L) 1,0 (mg/L Cd)		Cd+Ca $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$	Cd+ZE $\bar{X} \pm S\bar{X}^*$
		$\bar{X} \pm S\bar{X}^*$			
Kas	DA a	7,23 $\pm$ 0,21 xb		6,47 $\pm$ 0,11 xb	4,75 $\pm$ 0,10 xc
Solungaç	DA a	26,83 $\pm$ 0,35 yb		19,01 $\pm$ 1,30 yc	13,92 $\pm$ 0,20 yd
Karaciğer	DA a	83,20 $\pm$ 4,40 zb		63,13 $\pm$ 2,50 zc	44,63 $\pm$ 2,25 zd
Böbrek	DA a	109,7 $\pm$ 4,60 tb		94,60 $\pm$ 2,50 tc	66,90 $\pm$ 3,40 td

* : a, b, c ve d harfleri derişimleri belirlemek; x, y, z ve t harfleri organlar arası ayrımı belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Farklı harflerle gösterilen veriler arasında istatistik ayrım vardır ($p<0,01$). (Cd+Ca: 1,0 mg/L Cd+1,0 mg/L Ca, Cd+ZE: 1,0 mg/L Cd+1,0 g/L Zeolit) $\bar{X} \pm S\bar{X}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata, DA: Duyarılık düzeyinin altında

TARTIŞMA ve SONUÇ

Ağır metaller, su ortamında derişime ve süreye bağlı olarak balıkların davranış değişikliğine neden olmaktadır (Venkataramona ve Radhakrishnaiah, 2001). Mc. Geer vd. (2000) yaptıkları bir çalışmada, farklı kadmiyum derişimlerine bırakıldığı zaman balıklarda iştahın azaldığı, besine karşı yönelmediği, harekette bir yavaşlamanın olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da kadmiyum konsantrasyonu olan akvaryumlarda ve bunların kalsiyumlu ve zeolitli karışimli akvaryumlarında balıkların hareketsiz olduğu, yemlere ilgisiz olduğu hatta balıkların kümeleşme yaptığı gözlenmiştir. Sürenin artmasıyla ortam koşullarına adaptasyon mekanizması yardımıyla balıkların davranışları normale dönmüştür.

Ağır metaller, sucul canlıların solunum ve osmoregülasyon sistemini bozmaktadır (Thurberg vd. 1973). Ayrıca balıkların fizyolojik özelliklerini etkileyerek doku ve organlarına zarar vererek; beslenme ve üremesini olumsuz yönde etkilemekte ve balıklarda fonksiyonel ve yapısal değişikliklere neden olmaktadır (Gabryelak vd. 2000). Ağır metaller tarafından

kirlenmiş sularda yaşayan balıkların bağışıklık sisteminin zayıfladığı hastalıklara karşı hassasiyetinin arttığı ve büyük oranlarda ölümlerin gözlemlendiği belirlenmiştir (Larsson vd. 1985). Ağır metaller balıklarda yüzme hareketini yavaşlatma, besin almaya karşı hareketsizlik ve operkulumda artma gibi davranış değişikliklerine neden olmaktadır (Hilmy vd. 1987).

Kadmiyum canlı organizmada toksik etki yapmakta ve özellikle enzimleri inhibe etmektedir (Kayhan 2006). Kadmiyum, enzimlerin tiyol gruplarına bağlanır ve hedef organı böbreklerdir. Kadmiyum çok düşük derişimlerde bile balıklarda solungaç anormalliklerine (Glynn vd. 1992), yüzme hareketlerine (Pascoe vd. 1986), iyon regülasyonuna sebep olmakta (Torre vd. 2000) ve solunumu bozmaktadır (Bjerregaard ve Vislie, 1985). Yapılan birçok araştırmada kadmiyum ortam derişimi (Brown vd. 1986) ve ortam süresinin artmasıyla (Verboost vd. 1989; Mc Geer vd. 2000) kadmiyum düzeyinin balık doku ve organlarında arttığı bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada da kadmiyum ve bunların kalsiyum ve zeolitli karışımlarında sürenin artmasıyla balığın doku ve organlarında Cd birikiminin azaldığı saptanmıştır.

Toksik metallerin ortamda ve canlı organizmada toksisitesinin azaltılmasıyla ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Allen, 1994; Regoli ve Orlando, 1994; Suresh vd. 1993; Riget vd. 1997; Baden vd. 1999). Bu araştırmaların çoğunda toksik madde gideriminde EDTA, NTA, sitrat ve zeolit gibi şelatlaştırmacı madde kullanılmıştır (Muramoto, 1980; Simon, 1981; James vd. 1998; Çoğun ve Şahin, 2012; Çoğun ve Uras, 2012). Bazı araştırmalarda kadmiyumun organizmadaki toksisitesini azaltmak amacıyla çözülmüş organik madde (Burnison vd. 2006), aliminyum oksit, aliminyum, kalsiyum karbonat (Baldisserotto vd. 2004) ve humik asit (Uçar vd. 2012) kullanıldığı bildirilmiştir.

Yaptığımız çalışmada kadmiyum kalsiyumlu (Cd+Ca) ve zeolitli (Cd+ZE) karışımlarıyla *O. niloticus* türü balık doku ve organlarında kadmiyum birikimini azalttığı saptanmıştır. Yapılan birçok araştırmada göstermiştir ki; metalin su ortamında varlığında su sertliğine metalin çözünürlüğünün değişmesine, ayrıca sert sularda solungaç geçirgenliğinin azalmasına böylelikle metal birikiminin azalması şeklinde saptanmıştır (Pascoe vd. 1986; Baldisserotto vd. 2004). Zeolitler katyon değiştirebilme yeteneğine sahiptirler (Jain, 1999; Mishra ve Jain, 2009; Çoğun ve Şahin, 2012) ve katyonlara ilgisi çok fazladır (Simmens ve Seyfarth, 1978). Bu yetenekleri sayesinde canlı dokulardaki ağır metal düzeyini de azalttığı bildirilmiştir (Jain vd. 1997).

Karaciğer, canlıda biyokimyasal işlevi olan Fe, Mg, Mn, Co, Zn ve Cu gibi ağır metallerin en fazla biriktiği bir organdır (Murphy ve Spiegel, 1983; Viarengo, 1985). Balıklarda karaciğer, detoksifikasyon organıdır (Ali vd. 2003). Karaciğerde kadmiyum birikimi, Cd+Ca ve Cd+ZE karışımlarında önemli düzeyde azaldığı saptanmıştır. Kalsiyum ve zeolitli kadmiyumla olan karışımındaki azalma 15. günde yaklaşık 1,5 ve 2 kat olarak tespit edilmiştir. Bu azalmalar kalsiyumun su sertliğini yükselttiğini ve sert sularda metaller daha az aktif olduğu için, balık tarafından birikimi daha az olmaktadır (Reichert vd. 1979).

Solungaçlar, balığın suyla temasının sağlandığı ve ortamdaki kirlenmelerle ilk hedef dokudur (Pelgrom vd. 1995; Tao vd. 1999). Ortamda ağır metallerin bulunması balığın buna karşı ilk tepkisi mukus salgılamasını artırması ve bunun sonucunda solunumu etkilemesidir (Howells vd. 1994). Araştırmamızda *O. niloticus*'da kadmiyum birikimi solungaçlarda süreye bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Bunun büyük bir olasılıkla solungaçların geniş bir yüzey alanına sahip olması ve solungaçları kaplayan mukusun metalleri tutmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Kadmiyum

birikimi Cd+Ca ve Cd+ZE olan karışımlarında *O. niloticus* solungaçlarında denenen tüm derişim ve sürelerde önemli miktarlarda azalmıştır. Kadmiyum+zeolit karışımında kadmiyum düzeylerindeki azalma zeolitinin etkisinde en fazla 10 ve 15 gün sürelerde ortalama 2 katlık azalma olmuştur. Bu azalmaların sebebi, kalsiyumun su ortamını sert hale getirerek metallerin çökmesine (Exley vd.1991), zeolitlerinde metal bağlayabilme yeteneğinin fazla olmasıyla dokulardaki metal birikimini azaltması olarak düşünülmektedir (Çoğun ve Şahin, 2012; Çoğun ve Uras, 2012).

Balıklarda ve canlı organizmalarda herhangi bir biyolojik işlevleri bulunmayan Cd, Hg, Cr ve Pb gibi ağır metallerin böbreklerde yüksek düzeyde biriktiği bildirilmiştir (Thomas vd. 1985; Suresh vd. 1993). Metallerin böbreklerde yüksek miktarlarda birikmesinin nedeninin bu organın metalleri vücuttan dışarı atabilme işlevinden kaynaklandığı düşünülmektedir. *Micropterus salmoides* ile yapılan bir çalışmada, kadmiyumun karaciğer, böbrek ve solungaçlarda yüksek düzeyde biriktiği ve bu organların önemli oranda metal depolayabildikleri ve boşaltım yapabildikleri belirtilmiştir (Cearley ve Coleman, 1974). Çalışmamızda kadmiyum en fazla böbrek dokusunda birikmiştir. Böbrek dokusunda kadmiyum düzeylerinde 10. günde Cd+Ca derişiminde yaklaşık 1,5 katlık bir azalma, Cd+ZE karışım derişiminde ise tüm sürelerde yaklaşık 2 katlık bir azalma tespit edilmiştir. Bu azalma, sudaki kadmiyum düzeylerinin kalsiyum ve zeolit tarafından azaltılması sayesinde olmaktadır. Böbrek dokusunda kadmiyum azalması fazla gözlenmemiştir. Bunun sebebi, metal bağlayıcı proteinlerin sentezinin yapım yerinin böbrekler olmasından (Schulz-Baides, 1974; Thomas vd. 1985; Wood, 1988) dolayı olabilir.

Metabolik olarak hiçbir aktifliği olmayan kas dokusu (Çoğun ve Şahin 2012) ortamda kadmiyum varlığında birikiminin çok düşük düzeylerde gerçekleştiği belirtilmiştir (Cearley ve Coleman, 1974; Cinier vd. 1999). Çalışmamızda kas dokusunda kadmiyum birikimi çok az olduğu gözlenmiştir. Ancak etkide kalınan sürenin uzamasıyla kas dokusundaki kadmiyum birikiminin arttığı bildirmiştir (Çoğun vd. 2003; Çoğun ve Kargin, 2004).

Sonuç olarak kadmiyum balık doku ve organlarda etkide kalınan süreye bağlı olarak artma gösterirken, kadmiyumun kalsiyumlu ve zeolitli karışımında önemli düzeyde azalmıştır. Bu azalmalar genellikle kalsiyumun su ortamının sertliğini arttırması, zeolitinin de iyon değiştirebilme yeteneği ile ortamdaki metal derişimini ve dokulardaki metal birikimini azalttığı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Ali, B.A., Al-Ogaily, S.M., Al-Asghar, N.A. & Gropp, J. (2003). Effect of sublethal concentrations of copper on the growth performance of *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Ichthyology*. 19: 183-188. doi:10.1046/j.1439-0426.2003.00440.x
- Allen, P. (1994). Mercury accumulation profiles and their modification by interaction with cadmium and lead in the soft tissues of the cichlid

- Oreochromis aureus* during chronic exposure. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 53: 684-692. doi:10.1007/BF00196940
- Almeida, J.A., Novelli, E.L.B., Dal Pai Silva, M. & Alves, J.R. (2001). Environmental cadmium exposure and metabolic responses of the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Pollution*. 114-2: 169-175. doi:10.1016/S0269-7491(00)00221-9

- Babel, S. & Kurniawan, T.A. (2003). A Research study on Cr (VI) removal from contaminated wastewater using natural zeolite. *Ion Exchange*, 14: 289-292.
- Baden, S.P., Eriksson, S.P. & Gerhardt, L. (1999). Accumulation and elimination kinetics of manganese from different tissues of the Norway Lobster *Nephrops norvegicus* (L.). *Aquatic Toxicology*, 46: 127-137. doi:10.1016/S0166-445X(98)00123-4
- Baldisserotto, B., Kamunde, C., Matsuo, A. & Wood, C.M. (2004). A protective effect of dietary calcium against acute waterborne cadmium uptake in rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, 67: 57-73. doi:10.1016/j.aquatox.2003.12.004
- Berntssen, M.H.G., Waagbø, R., Tøften, H. & Lundebye, A.-K. (2003). Effects of dietary cadmium on calcium homeostasis, Ca mobilization and bone deformities in Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). *Parr. Aquaculture Nutrition*, 9: 175-183. doi:10.1046/j.1365-2095.2003.00245.x
- Bjerregaard, P. & Vislie, T. (1985). Effects of cadmium on hemolymph composition in the shore crab *Carcinus maenas*. *Marine Ecology Progress Series*, 27: 135-142.
- Brown, M.W., Thomas, D.G., Shurben, D., Solbe, J.F., Kay, J. & Creyer, D., (1986). A comparison of the differential accumulation cadmium in the tissues of three species of freshwater fish, *Salmogairdneri*, *Rutilus rutilus* and *Noemacheilus barbatus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 84C, 2: 213-217. doi:10.1016/0742-8413(86)90085-X
- Burnison, B.K., Meinelt, T., Playle, R.C., Pietrock, M., Wienke, A. & Steinberg, C.E.W. (2006). Cadmium accumulation in zebrafish (*Danio rerio*) embryos is modulated by dissolved organic matter. *Aquatic Toxicology*, 79: 185-191. doi:10.1016/j.aquatox.2006.06.010
- Cearley, J.E. & Coleman, R.L. (1974). Cadmium toxicity and bioconcentration in largemouth bass and bluegill. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 11: 146-151. doi:10.1007/BF01684594
- Cinier, C. De C., Petit-Ramel, M., Faure, R., Garin, D. & Bouvet, Y. (1999). Kinetics of cadmium accumulation and elimination in carp *Cyprinus carpio* tissues. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 122: 345-352. doi:10.1016/S0742-8413(98)0132-9
- Çoğun, H.Y., Kargin, F. & Yuzeroglu T.A. (2003). Accumulation of copper and cadmium in small and large Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 71: 8523-8528. doi:10.1007/s00128-003-8523-8
- Çoğun, H.Y. & Kargin, F. (2004). Effects of pH on the mortality and accumulation of copper in tissues of *Oreochromis niloticus*. *Chemosphere*, 55: 277-282. doi:10.1016/j.chemosphere.2003.10.007
- Çoğun H.Y. & Şahin, M. (2012). The effect of zeolite on reduction of lead toxicity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (1): 135-140. doi:10.5772/53076
- Çoğun H.Y. & Uras, G. (2012). The protective effect of calcium on aluminum toxicity in *Oreochromis niloticus* tissues (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(1): 41-47. doi:10.12714/lejeffas.2012.29.1.07
- De Smet, H. & Blust, R. (2001). Stress responses and changes in protein metabolism in carp *Cyprinus caprio* during cadmium exposure. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 48: 255-262. doi:10.1006/eesa.2000.2011
- Exley, C., Chappell, J.S. & Birchall, J.D. (1991). A mechanism for acute aluminum toxicity in fish. *The Journal of Theoretical Biology*, 151: 418-428. doi:10.1016/S0022-5193(05)80389-3
- Gabryelak, T., Filipiak, A. & Brichon, G. (2000). Effects of zinc on lipids of erythrocytes from carp (*Cyprinus carpio* L.) acclimated to different temperatures, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 127: 335-343. doi:10.1016/S0742-8413(00)00161-4
- Glynn, A., Norrgren, L. & Malmberg, O. (1992). The influence of calcium and humic substances on aluminum accumulation and toxicity in the minnow, *phoxinus phoxinus* at low pH. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 102 C, 3: 427-432. doi:10.1016/0742-8413(92)90137-V
- Hilmy, A.M., El Domiaty, N.A., Daabees, A.Y. & Alsarha, A. (1987). The toxicity to *Clarias lazera* of copper and zinc applied jointly. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 87 C (2): 309-314. doi:10.1016/0742-8413(87)90013-2
- Hollis, L., McGeer, J.C., McDonald, D.G. & Wood, C.M. (1999). Cadmium accumulation gill cd binding, acclimation, and physiological effects during long term sublethal Cd exposure in Rainbow Trout. *Aquatic Toxicology*, 46: 101-119. doi:10.1016/S0166-445X(98)00118-0
- Howells, G., Dalziel, T.R.K., Reader, J.P. & Solbe, J.F. (1994). Aluminum and fresh waterfish water quality criteria. In: Howells, G. (Ed) *Water quality for freshwater fish* (pp. 55-115). Gordon and Breach Science Publication,
- Hunn, J.B. (1985). Role of calcium in gill function in freshwater fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 82A: 543-547. doi:10.1016/0300-9629(85)90430-X
- Jain, S.K. (1999). Protective roles of zeolite on short and long term lead toxicity in Teleost fish *Heteropneustes fossilis*. *Chemosphere*, 39(2): 247-251. doi:10.1016/S0045-6535(99)00106-X
- Jain, S.K., Raizada, A.K. & Jain, K. (1997). Protective role of zeolite on lead toxicity in freshwater fish. XIII ISEB., Monopoli, Bari, Italy,
- James, R., Sampath, K. & Selvamani, P. (1998). Effect of EDTA on reduction of copper toxicity in *Oreochromis mossambicus*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 60: 487-493. doi:10.1007/s001289900651
- Kayhan, F.E. (2006). Cadmium bioaccumulation and toxicity in seafood (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1-2): 215-220.
- Larsson, A., Bengtsson, B.E. & Haux, C. (1981). Disturbed ion balance in flounder, *Platichthys flesus* L., exposed to sublethal levels of cadmium. *Aquatic Toxicology*, 1: 19-35. doi:10.1016/0166-445X(81)90004-7
- McGeer, J.C., Szebedinszky, C., McDonald, D.G. & Wood, C.M. (2000). Effect of chronic sublethal exposure to waterborne Cu, Cd or Zn in Rainbow trout 2: Tissue specific metal accumulation. *Aquatic Toxicology*, 50: 245-256. doi:10.1016/S0166-445X(99)00105-8
- Mishra, M. & Jain, S.K. (2009). Effect of natural ion exchanger Chabazite for remediation of lead toxicity: an experimental study in teleost fish *Heteropneustes fossilis*. *Asian Journal of Experimental Sciences*, 23(1): 39-44.
- Moiseenko, T.I. & Kudryavtseva, L.P. (2001). Trace metal accumulation and fish pathologies in areas affected by mining and metallurgical enterprises in the Kola Region, *Russia Environmental Pollution*, 114: 285-297. doi:10.1016/S0269-7491(00)00197-4
- Muramoto, S. (1980). Effects of complexans (EDTA, NTA and DTPA) on the exposure to high concentrations of cadmium, copper, zinc and lead. *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 25: 941-946. doi:10.1007/BF01985635
- Muramoto, S. (1983). Elimination of Copper from Cu-contaminated fish by long-term exposure to EDTA and freshwater. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 19 (3): 455-461. doi:10.1080/10934528309375113
- Murphy, C.B. Jr. & Spiegel, S.J. (1983). Bioaccumulation and toxicity of heavy metals and related trace elements. *Water Pollution*, 55, 6: 816-821.
- Pascoe, D., Evans, S.A. & Woodworth, J. (1986). Heavy metal toxicity to fish and influences of water hardness. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 15: 481-487. doi:10.1007/BF01056559
- Pelgrom, S.M.G.J., Lock, R.A.C., Balm, P.H.M. & Wendelaar Bonga, S.E. (1995). Integrated Physiological Response of Tilapia, *Oreochromis mossambicus*, to sublethal copper exposure. *Aquatic Toxicology*, 32: 303-320. doi:10.1016/0166-445X(95)00004-N
- Pratap, H.B. & Lock, R.A.C., Wendelaar Bonga, S.E. (1989). Effect of waterborne and dietary cadmium on plasma ions of the Teleost *Oreochromis mossambicus* in relation to water calcium levels. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 18: 568-575. doi:10.1007/BF01055024
- Regoli, F. & Orlando, E. (1994). Seasonal variation of trace metal concentrations in the digestive gland of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*, Comparison between a polluted and a non-polluted site. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 27: 36-43. doi:10.1007/BF00203885
- Reichert, W.L., Federigh, D.A. & Malins, D.C. (1979). Uptake and metabolism of lead and cadmium in Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 63 C: 229-234. doi:10.1016/0306-4492(79)90066-2

- Riget, F., Dietz, R. & Johansen, P. (1997). Zinc, cadmium, mercury and selenium in Greenland fish. *Bioscience Meddelelser om Grønland*, 48: 1–29.
- Sağlamtimur, B., Ciciik, B. & Erdem, C. (2004). Cadmium Accumulation in Liver, Kidney, Gill and Muscle Tissues of Freshwater Bream (*Oreochromis niloticus* L. 1758) after a Short-Term Exposure to Copper-Cadmium Mixture (in Turkish with English abstract). *Ekoloji*, 14: 33-38.
- Schulz - Baides, M. (1974). Lead uptake from the sea water and food, and lead loss in the common Mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 25: 177-193. doi:10.1007/BF00394964
- Semmens, M.J. & Seyfarth, M. (1978). Theselectivity of clinoptilolite for certain heavymetals. In, Sand LB, Mumpton FA (Eds): Natural zeolite occurrence, properties, use, (pp. 517-526). New York: Pergamon Press, Elmsford.
- Simon, C.M. (1981). Design and operations of a large scale commercial penaeid shrimp hatchery. *Journal of the World Mariculture Society*, 12: 322-334. doi:10.1111/j.1749-7345.1981.tb00305.x
- Suresh, A., Sivaramakrishna, B. & Radhakrishnaiah, K. (1993). Cadmium induced changes in ion levels and ATPase activities in the muscle of the fry and fingerlings of the freshwater fish, *Cyprinus carpio*. *Chemosphere*, 30,2: 365-375. doi:10.1016/0045-6535(94)00403-H
- Szebedinszky, C., Mc Geer, J.C., Mc Donald, D.G. & Wood, C.M. (2001). Effects of Chronic Cd Exposure via the Diet or Water on Internal Organ-Specific Distribution and Subsequent Gill Cd Uptake Kinetics in Juvenile Rainbow Trout. *Environmental Toxicology Chemistry*, 20: 597–607. doi:10.1002/etc.5620200320
- Tao, S., Liu, C., Dawson, R., Cao, J. & Li, B. (1999). Uptake of Particulate Lead via the Gills of Fish (*Carassius auratus*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 37: 352-357. doi:10.1007/s002449900524
- Thomas, D.G., Brown, M.W., Shurben, D., Solbe, J.F.G., Cryer, A. & Kay, J., (1985). A Comparison of the Sequestration of cadmium and zinc in the tissues of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) following exposure to the metals singly or in combination. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 82(1): 55-62. doi:10.1016/0742-8413(85)90209-9
- Thurberg, F.P., Dawson, M.A. & Collier, R.S. (1973). Effects of copper and cadmium on osmoregulation and oxygen consumption in two species of estuarine crabs. *Marine Biology*, 23(3): 171-175. doi:10.1007/BF00389481
- Torre, F.R., Salibian, A. & Ferrari, L. (2000). Biomarkers assessment in juvenile *Cyprinus carpio* exposed to waterborne cadmium. *Environmental Pollution*, 109: 277-282. doi:10.1016/S0269-7491(99)00263-8
- Türkman, A., Aslan, Ş. & Ege, I. (2001). Lead removal from wastewaters by natural zeolites (in Turkish with English abstract). *DEU Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2): 13-19.
- Uçar, A., Alak, G., Topal, A., Arslan, H., Parlak, V., Şensurat, T. & Atamanalp, M. (2012). Investigation of preservative effect of humic acid versus cadmium toxicity on electrolyte of brown trout (*Salmo trutta fario*) (in Turkish with English abstract). *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(2): 139-143.
- Venkataramana, P. & Radhakrishnaiah, K. (2001). Copper influenced changes in lactate dehydrogenase and glucose 6- phosphate dehydrogenase activities in the freshwater fish, *Labeo rohita* (Hamilton). *The Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 67: 257-263. doi:10.1007/s001280118
- Verboost, P.M., Flik, G., Lock, R.A.C. & Wendelaar Bonga, S.E. (1989). The movement of cadmium through freshwater trout branchial epithelium and its interference with calcium transport. *The Journal of Experimental Biology*, 145, 185-197.
- Viarengo, A. (1985). Biochemical effects of trace metals. *Marine Pollution Bulletin*, 16, 4: 153-158. doi:10.1016/0025-326X(85)90006-2
- Wong, C.K.C. & Wong, M.H. (2000). Morphological and biochemical changes in the gills of *Tilapia* (*Oreochromis mossambicus*) to ambient cadmium exposure. *Aquatic Toxicology*, 48: 517-527. doi:10.1016/S0166-445X(99)00060-0
- Wood, C.M. (1988). Acid-base and ionic exchanges at gills and kidney after exhaustive exercises in the Rainbow Trout. *The Journal of Experimental Biology*, 136: 461-481.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Dicle Nehri (Türkiye) Oligochaeta (Annelida) faunasının taksonomik açıdan belirlenmesine yönelik bir ön araştırma

A preliminary taxonomical investigation on the Oligochaeta (Annelida) fauna of Tigris River (Turkey)

Melek Zeybek^{1*} • Seyhan Ahıska² • Seray Yıldız³

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta

² Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 06100 Beşevler Ankara

³ Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova-İzmir

*Corresponding author: melekzeybek@sdu.edu.tr

Received date: 12.1.2016

Accepted date: 2.3.2016

How to cite this paper:

Zeybek, M., Ahıska, S. & Yıldız, S. (2016). A preliminary taxonomical investigation on the Oligochaeta (Annelida) fauna of Tigris River (Turkey) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 47-53. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.1.08

Öz: Türkiye'nin özellikle doğu bölgelerinin Oligochaeta faunası hakkında bilgiler oldukça sınırlıdır. Bu bölgede yer alan Dicle Nehri, tarih boyunca önemli bir akarsudur ve antik Mezopotomya uygarlıklarının temel kaynaklarından biri olmuştur. Türkiye'nin doğusunda ve Elazığ şehrinin yaklaşık 25 km güneydoğusunda yer alan Toros Dağları'ndan doğan nehrin yaklaşık uzunluğu 1900 km'dir. Ancak bu nehrin sucul makrozoobentik faunası, sahip olduğu zorlu coğrafik ve morfolojik şartlar nedeniyle yeterince araştırılmamıştır. Yapılan bu çalışmada, Dicle Nehri'nin Türkiye'de kalan bölümünde Oligochaeta faunası bakımından bu açıklığı kapatmak ve daha sonraki çalışmalara temel oluşturabilecek bir ön çalışma yapılması hedeflenmiştir. Çalışma sonunda 19'u Naididae (13 takson Naidinae, 6 takson Tubificinae) ve 6' s Enchytraeidae familyalarına ait olmak üzere toplam 25 takson belirlenmiştir. Çalışma alanında daha önce Oligochaeta faunasının belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma yapılmadığından tespit edilen taksonlar nehir için yeni kayıt niteliğindedir.

Anahtar kelimeler: Naididae, Tubificinae, Enchytraeidae, fauna, Dicle Nehri, Türkiye

Abstract: The knowledge of the Oligochaeta fauna is still very limited in some parts, particularly in the eastern part of Turkey. Tigris River has been always an important stream through history of mankind and was one of the main sources for the ancient Mesopotamian civilizations. Tigris River is approximately 1900 km long, rising in the Taurus Mountains of eastern Turkey about 25 km southeast of the city of Elazığ. Macrozoobenthic aquatic fauna of this river could not be investigated because of geographical and morphological conditions. In this study, it is aimed to close the gap of studies of Oligochaetes in the remaining part of Turkey of Tigris River and to make a preliminary study that will form the basis for further studies. As a result of the study, a total of 25 taxa was determined, comprising 19 taxa from Naididae (13 from Naidinae, 6 taxa from Tubificinae) and 6 taxa from Enchytraeidae. There aren't any studies based on determination of Oligochaeta fauna of Tigris River (Turkey). Therefore all taxa identified for the region have been recorded for the first time.

Keywords: Naididae, Tubificinae, Enchytraeidae, fauna, Dicle (Tigris) River, Turkey

GİRİŞ

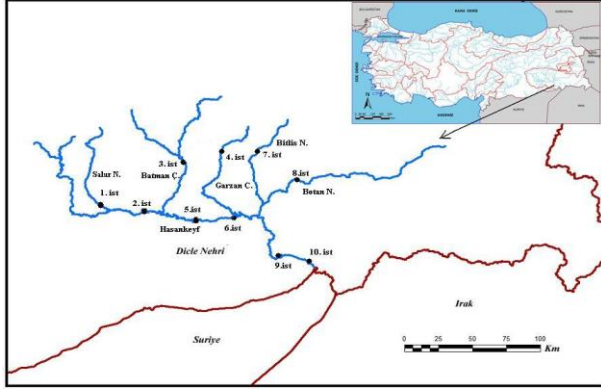
Dicle Havzası'nın can damarı olan Dicle Nehri, Türkiye'nin en verimli ve su potansiyeli en yüksek nehirlerinden biridir. Nehir, Türkiye'de doğar ve Irak topraklarına geçip orada Fırat Nehri ile birleşerek Şattül-arap'ta Basra Körfezi'ne dökülür. Ana kaynaklarını Doğu Anadolu dağlarından ve dipten sızma yoluyla Elazığ yakınlarındaki Hazar (Gölcük) gölünden alır. En önemli kolları Batman Çayı, Botan Çayı, Habur Suyu, Büyük ve Küçük Zap Suları'dır. Çalışma alanı olarak seçilen Dicle Nehri'nin toplam uzunluğu 1900 km olup Güneydoğu Toroslar'da Maden Dağları kesiminde, Hazar Baba Dağı'nın güney tarafında, Yıldızhan yanındaki bir kaynaktan doğar. Dicle Nehri'nin, Türkiye topraklarında kalan bölümünün uzunluğu 523 km' dir. Fırat Nehri ile birlikte, Türkiye'nin su ihtiyacının

%28'lik kısmını oluşturarak ülkemiz su ihtiyacı için önem teşkil eden kaynaklar arasında ilk sıralarda yer almaktadır (Anonymous, 2010; Ergun ve Gürbüz, 2012). Ancak, Dicle Nehri'nin Oligochaeta faunası, sahip olduğu zorlu coğrafik ve jeomorfolojik şartlar nedeniyle yeterince araştırılmamıştır. Nehrin ana kaynağını oluşturan Hazar Gölü'nde yeni bir oligoket türü bulunmuştur (Timm vd., 2013). Fakat bu çalışma göl içinde yani lentik ortamda yapılan bir çalışmadır. Nehrin, Türkiye dışında kalan kısmında ve Basra Körfezi'ne dökülen Fırat Nehri'nde bazı çalışmalar bulunmasına rağmen (Jaweir ve Al-Janabi, 2012, 2014; Jaweir ve Radhi, 2013, 2014; Jaweir vd., 2014), Dicle Nehri (Türkiye) için bu çalışma bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu nedenle alanda bulunan Oligoketlerin

sistematiik durumunun belirlendiği araştırmanın, bu açıklığı gidermede nc bir çalışma olması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı olarak seçilen Dicle Nehri üzerinde on istasyon belirlenmiş, Mart 2008-Nisan 2009 tarihleri arasında örneklemler yapılmıştır (şekil 1).



şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar
Figure 1. Study area and stations

Birinci istasyon Salur Nehri üzerinde yer alır. Burada nehir yatağı geniştir ve örnekleme alanı küçük taşlık bölgelerden ve yer yer kumlu alanlardan oluşmaktadır. Dicle Nehri'nin ana kolu üzerinde bulunan ikinci istasyonda su seviyesi yüksektir ve örneklemler çamurlu ve makrofitlerin bulunduğu bölgeden yapılmıştır. nc istasyon Batman ayı üzerinden seçilmiştir. Burada su seviyesi düşük, dip çamuru ince millidir. Dördüncü istasyonun bulunduğu Garzan ayı'nın dip yapısı büyük çakıllardan ve kumlardan oluşurken, debisi yüksektir. Hasankeyf'teki (Batman) beşinci istasyonun nehir yatağı geniş su seviyesi düşüktür. Dip yapısı ise çamurlu ve millidir. Hasankeyf'in alt bölgesinde yer alan altıncı istasyonda su akışı yüksektir, örnekleme kıyıda taşlı ve kumlu alandan yapılmıştır. Bitlis Nehri zerindeki yedinci istasyonun dip yapısı çamur ve mil karakterindedir. Sekizinci istasyon Botan Nehri zerindedir. Burada rnekleme alanı çamurludur ve kıyıda makrofit mevcuttur. Son iki istasyon Dicle Nehri ana kolu üzerinde (Mardin) yer alır ve her ikisinde de su seviyesi yüksektir. Dokuzuncu istasyonun dip yapısı toprak mil karışımlı iken onuncu istasyonun dip yapısı taşlı ve kumludur.

Oligochaeta rnekleri 180 m göz açıklığındaki el keçeleri ve Ekman-Birge Grab ile alınan çamur rneklерinin 500 m göz açıklığındaki elekten geçirilmesiyle toplanmıştır. Arazide % 4'lk formolde fikse edilen bentik örnekler laboratuarda bol su ile yıkanıp ayıklandıktan sonra % 70'lik alkolde saklanmıştır. Ayıklanan rneklерin CMCP-10 ile preparasyonu yapıldıktan sonra stereomikroskop ve binoküler mikroskop kullanılarak cins ve tür seviyesinde tayinleri gerçekleştirilmiştir.

rneklерin taksonomik incelenmesinde, Brinkhurst ve Jamieson (1971), Nielsen ve Christensen (1959), Timm (2009),

Timm ve Veldhuijzen Van Zanten (2002)'in yayınlarından yararlanılmıştır.

BULGULAR

Mart 2008 - Nisan 2009 tarihleri arasında, Dicle Nehri üzerinde belirlenen on istasyonda yapılan çalışma sonunda, 19'u Naididae (13 takson Naidinae, 6 takson Tubificinae) ve 6' sı Enchytraeidae familyalarına ait olmak üzere toplam 25 takson belirlenmiştir. Tespit edilen taksonların sistematiik olarak dağılımları aşağıda verilmiştir:

Phylum: Annelida

Classis: Clitellata

Subclassis: Oligochaeta

Ordo: Tubificida

Familya: Naididae

Altfamilya: Naidinae

Ophidonais serpentina Mller, 1774

Stylaria lacustris Linnaeus, 1767

Nais behningi Michaelsen, 1923

Nais barbata Mller, 1773

Nais elinguis Mller, 1774

Nais bretscheri Michaelsen, 1899

Nais pardalis Piguet, 1906

Nais variabilis Piguet, 1906

Nais communis Piguet, 1906

Nais simplex Piguet, 1906

Nais pseudobtusa Piguet, 1906

Pristina aequiseta Bourne, 1891

Pristina osborni Walton, 1906

Altfamilya: Tubificinae

Tubifex tubifex Mller, 1774

Limnodrilus hoffmeisteri Claparede, 1862

Limnodrilus profundicola Verrill, 1871

Limnodrilus claparedeianus Ratzel, 1868

Aulodrilus pluriseta Piguet, 1906

Psammoryctides deserticola Grimm, 1877

Ordo: Enchytraeida

Familya: Enchytraeidae

Mesenchytraeus sp.

Henlea nasuta Eisen, 1878

Henlea perpusilla Friend, 1911

Henlea ventriculosa Udekem, 1854

Cognettia glandulosa Michaelsen, 1889

Cognettia sphagnetorum Vejdovsky, 1878

Tespit edilen Oligochaeta taksonlarının istasyonlara göre dağılımları Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablo dikkate alındığında, hiçbir taksonun istasyonların tamamında bulunmadığı göze

çarpmaktadır. *Tubifex tubifex* beş istasyonda, *Limnodrilus hoffmeisteri* türü dört istasyonda, *Henlea nasuta* ve *Cognettia glandulosa* türleri ise üç istasyonda bulunmuş, diğer taksonlar

bir ya da iki istasyonda tespit edilmiştir. Tür çeşitliliği bakımından ise birinci istasyonun en fazla türle (9 tür) temsil edildiği belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Dicle Nehri'nde belirlenen sucül Oligochaeta taksonlarının istasyonlardaki dağılımı
Table 1. The distribution of Oligochaeta taxa at the stations in Dicle (Tigris) River

TAKSONLAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Naidinae										
<i>Ophidonais serpentina</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stylaria lacustris</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Nais behningi</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. elinguis</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>N. bretscheri</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>N. pardalis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>N. barbata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>N. variabilis</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>N. communis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>N. simplex</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>N. pseudobtusa</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pristina aequisetia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pristinella osborni</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tubificinae										
<i>Tubifex tubifex</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Limnodrilus profundicola</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Limnodrilus claparedeianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Aulodrilus plurisetia</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psammoryctides deserticola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Enchytraeidae										
<i>Mesenchytraeus sp.</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Henlea nasuta</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>Henlea perpusilla</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Henlea ventriculosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cognettia glandulosa</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-
<i>C. sphagnetorum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

TARTIŞMA

Bu çalışma, Dicle Nehri'nin Türkiye'de yer alan bölümünde Oligochaeta faunasının belirlenmesi amacıyla yapılan ilk çalışmadır. Nehrin, Irak tarafında kalan bölümünde ise yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır (Al-Jaboory, 2012; Rhadi, 2012; Jaweir ve Rhadi 2013). Ayrıca Jaweir (2014) tarafından Dicle-Fırat (Irak) havzasında belirlenen Oligochaeta türlerinin yer aldığı bir liste yayınlanmıştır.

Çalışma süresince belirlenen 25 taksondan 19'u Naididae familyasına aittir. Naididae, Naidid ve Tubificod solucanları içeren bir familyadır ve sucül bentik organizmaların en önemli gruplarından birisidir. Hem akarsular hem de durgun sular bu canlılar için yaşam ortamıdır (Rhadi, 2012). Çok çeşitli sucül habitatlarda yaşarlar, fakat özellikle taşlı substratlı nehirlerin bentik faunasının önemli bir kısmını oluştururlar (Timm, 2009). Genelde bakteriler ve alglerle, diğer epifitik materyallerle beslenirken, bazıları predatör (*Chaetogaster spp.*), bazıları molluskaların (gastropod) parazitidir (Brinkhurst ve Gelder, 1991). Naidid türlerinin dağılım ve bolluklarının değerlendirilmesindeki ana faktörler, substratumun doğası ve vejetasyon çeşitliliğinin varlığıdır. Naidid'lerde genelde aseksüel üreme görülür ve bu grupta yer alan canlılar besinin çok bol olduğu yaz aylarında daha boldur (Learner vd., 1978;

Rhadi, 2012). Çoğu tür kozmopolittir ve tüm dünyada bulunur. Kültürleri de yapılabilen ekonomik familyadır.

Yapılan çalışmada Naidinae altfamilyası en fazla taksonla (13 takson) temsil edilen altfamilya olarak belirlenmiştir.

Ophidonais serpentina Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika, Sibirya ve Türkiye'den dağılımı verilmiştir. Göllerde ve nehirlerde, çamurlu substratların littoral sınırları boyunca vejetasyonla birlikte bulunur. Ayrıca, tatlısu bitkileri üzerinde bulunurlar (Yıldız, 2003). Bu çalışmada ise yalnızca birinci istasyonda bu türe rastlanılmıştır.

Stylaria lacustris, Avrupa, Batı Asya, Afrika, Kuzey Amerika'da yayılım gösterir. Ayrıca Baltık'ta acı sularda bulunur. Tatlı ve acı sularda, nehirler, göller ve gölcüklerde çoğu kez sucül bitkilerle birlikte bulunur. Özellikle göllerde (pelajik bölgelerinde) yaygındır. Su bitkileri arasında yaşarlar. Temiz sayılabilecek kadar az kirli sularda bulunur. Diatomlar ve tek hücreli algler besinlerinin ana parçalarını oluşturur (Yıldız, 2003). *Nais behningi*, Holarktik dağılıma sahiptir. Tatlı sularda özellikle kumlu zemine sahip büyük nehirlerde bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Nais elinguis, Kozmopolit bir türdür. *Nais variabilis* ve *Nais communis* türleri gibi en yaygın Avrupa türleri arasında yer alır

ve yine onlar gibi taşlı substratlı ve organik madde bakımından zengin nehirlerde bolluğu artar. Sık sık acı sularda, acı sularda olduğu kadar tatlı sularda (esas olarak kaynaklarda) bulunur. Geniş varyetede çevresel şartlara uyumludur. Lateral hareketlerle yüzer. Kumlu substratlarda kum parçacıklarını süzerek (bakteriyel film tabakasında) beslenir. Sıcak sezonlarda (Mayıs-Ekim) aktif olarak çoğalır (Yıldız, 2003).

Nais barbata, Holarktik ve Sino-Indian Bölgelerde dağılım gösterir. Tatlı su türüdür (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Nais bretscheri, Holarktik aynı zamanda Çin, Japonya ve Güney Amerika'dan dağılımı verilmektedir. Tatlı sularda özellikle sert sedimende bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Nais pardalis, Avrupa, Asya ve Kuzey ve Güney Amerika'dan dağılımları verilmiştir. Gölcük, göl ve nehirlerin littoral bölgelerinde, çamurlu-kumlu substratum üzerindeki sucül vejetasyon ile birlikte bulunur. Yaygın bir türdür. Tatlısu formudur. Spiral hareketlerle yüzer. Organik madde bakımından zengin ortamlara daha az toleranslıdır (Learner vd., 1978).

Nais variabilis, kozmopolit ve en yaygın Avrupa türleri arasındadır. Tatlı ve acı sularda sucül vejetasyonla birlikte bulunur. Spiral hareketlerle yüzer. Yine *Nais communis* gibi taşlı substratuma sahip ve organik madde bakımından zenginleşmiş nehirlerde bolluğu artar. Göllerde, nehirlerde, havuzlarda, vejetasyon arasında ve düz kumlu diplerde bulunur (Yıldız, 2003).

Nais communis, kozmopolittir. Nehirler, göller, gölcükler ve kaynakları içeren çok geniş bir habitatta, genellikle sucül vejetasyonla birlikte bulunur. Taşlı substratuma sahip ve organik madde bakımından zenginleşmiş nehirlerde bolluğu artar. Aslında tatlısu formudur, fakat % 0.5'in üzerindeki salinitelere dahi tolerans gösterebilir. Kış aylarında daha aktif olarak ürer ve Kasım-Nisan aralığında daha çok görülür (Learner vd., 1978). Pollusiyona yüksek oranda toleranslıdır (Sperber, 1948).

Nais simplex, Hemen hemen kozmopolit bir türdür, tatlı sularda bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Nais pseudoptusa, Avrupa, Kuzey Amerika, Afrika ve Afganistan'dan yayılımı verilmiştir. Tatlısu formudur. Nehir ve göllerin littoral bölgelerinde sucül vejetasyonla birlikte görülür. Yaygın, fakat tek tük bulunur (Yıldız, 2003).

Pristina aequiseta, Kozmopolittir, ayrıca oligohalin sularda bulunur (Brinkhurst ve Jamieson, 1971).

Pristinella osborni, Hindistan, Brezilya, Kuzey Amerika ve Afrika'da dağılımları vardır.

Jaweir ve Radhi (2014), Dicle Nehri'nin Bağdat'da kalan kısmında yaptıkları çalışmada *Pristina* cinsine ait 72 birey incelemişler ve dört tür (*P. longiseta*, *P. aequiseta*, *P.*

proboscidea ve *P. foreli*) tespit etmişlerdir. Tespit edilen türlerden *P. aequiseta* bu çalışma ile ortak tür olarak bulunmuştur.

Jaweir ve Al-Janabi (2014), Fırat Nehri'nin Irak'ta kalan bölümünün Naidid'lerini araştırdıkları çalışmada, Naidinae altfamilyasına ait sekiz tür kaydı vermişler ve bu türlerin Irak için yeni kayıt niteliğinde olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada tespit edilen Naidinae altfamilyasına ait türlerin tamamı, ülkemizin çeşitli bölgelerinde daha önce yapılan birçok çalışmada belirlenmiştir (Arslan, 1998; Yıldız, 2003; Arslan ve Şahin, 2006; Arslan, 2006a; Arslan ve Ahıska, 2007; Kökmen vd., 2007; Yıldız vd., 2007, 2008, 2012; Zeybek vd., 2013).

Çalışmada altı takson ile temsil edilen Naididae familyasına dahil Tubificinae altfamilyası, günümüzde her yerde dağılım göstermesine rağmen orijini kuzey ılıman zondur (Timm, 1980).

Tubifex tubifex, çok farklı ortamlarda bulunur, özellikle organik madde yönünden zengin habitatlara karşı oldukça toleranslıdır. Akarsu, kaynak ve havuzlarda bulunan en yaygın türlerden birisidir. Göllerde, özellikle litoralde, daha az sıklıkta görülür. Göllerin pollusyonlu kısımlarında ya da hızlı ötrofikasyonun olduğu ve bentik yaşamın bozguna uğradığı alanlarda çok bulunur. Kuzey Avrupa göllerinin profundalında çok geniş yayılım gösterir. Ekolojik hoşgörüsü yüksektir ve belli bir ortama özgü tür değildir (Yıldız, 2003). Bu çalışmada, beş istasyonda bu türe rastlanılmıştır.

Limnodrilus hoffmeisteri, dört istasyonda tespit edilmiştir. Tatlı suların dip kısımlarında bulunan ve ötrofik şartların indikatörü olan bu tür, göllerin littoral ve sublittoral bölgelerinde, akarsu ve havuzlarda en yaygın bulunan türlerden biridir. Ayrıca kaynaklarda ve körfezlerin tatlı su kısımlarında da bulunur (Timm, 1970). Yaşam tarzı *T. tubifex*'e benzer.

Limnodrilus profundicola, tipik olarak derelerin kaynak kısımlarında ya da derin ve yüksek irtifalardaki göllerde bulunur. Ötrofik şartların indikatörüdür (Yıldız, 2003).

Limnodrilus claparedeianus, Kozmopolittir. Çoğunlukla *Limnodrilus hoffmeisteri* ile birlikte bulunur, ama daha az sayıdadır (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002). Bu çalışmada ise yalnızca 10. istasyonda belirlenmiştir. Ancak bu istasyonda *L. hoffmeisteri* bulunamamıştır.

Aulodrilus pluriseta, kozmopolittir, geniş varyasyon gösteren habitatlarda bulunur, fakat çamurlu substratlı zenginleşmiş çevrelerde daha boldur. Tatlısu formudur. Göller, nehirler, kanallar ve havuzlarda yaygındırlar (Yıldız, 2003).

Psammoryctides deserticola, örihalin bir türdür. Tuzlu ortamlara adapte olabilir. Çamur, taş, kum, çakıl, detritus ve bitkili (otlu) ortamlarda bulunabilir. Dünyada Hazar Denizi, Dnestr Estuarini, Karadeniz, Ochrid ve Dojran Gölleri'nde dağılım göstermektedir (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Tubificinae altfamilyasının ülkemizde de oldukça geniş bir dağılım alanı bulunmaktadır ve sucul Oligochaeta faunasının araştırıldığı birçok çalışmada ve ülkemizin birçok bölgesinde bu alt familyaya ait türlere rastlanılmıştır (Arslan, 1998; Yıldız, 2003; Balık vd., 2004; Arslan ve Şahin, 2006; Arslan, 2006a; Yıldız ve Balık, 2006; Arslan ve Ahiska, 2007; Kökmen vd., 2007; Yıldız vd., 2005; 2007, 2008, 2012; Zeybek vd., 2013; Yıldız vd., 2015).

Çalışmada, Enchytraeidae familyasına ait 6 takson belirlenmiştir. Bu familya, Kuzey Yarımküre kökenlidir. Enchytraeid'ler, diğer oligoket familyalarına göre daha fazla habitat tiplerinde yaygındırlar. Polar bölgelerden (Arktik ve Antarktik) tropiklere, göllerin diplerinden nehirlerle ve okyanusların diplerine, kalıcı buzların olduğu ya da karların olduğu ortamlarda ve buzlu karalarda, lağım sularının aktığı yataklarda, temiz deniz kumlarında, su ile ağırlaşmış toprakta ve tüm toprak tiplerinde bulunabilirler. Avrupa'da toprak kalitesini izlemede biyolojik belirleyici olarak kullanılmaktadırlar (Yıldız, 2003).

Mesenchytraeus genusu üyeleri Holarktik dağılıma sahiptir. Tatlısuların kıyıya yakın kısımlarında, ıslak toprakta bulunur. Daha serin habitatları tercih ederler (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Henlea nasuta, Avrupa ve Estonya'da dağılımı verilmektedir. Toprakta, ayrıca tatlısularda kıyılarda bulunur. Çürümüş organik madde yığınlarında çok boldur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Henlea perpusilla, Holarktik, ayrıca Çin ve Japonya'dan da dağılımı verilmiştir. Toprakta ve tatlısularda kıyılarda bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Henlea ventriculosa, Danimarka, Almanya, Polonya, Çekoslovakya, Avusturya, İsviçre, İtalya, Belçika, Fransa, İngiltere, Eire, Tibet, Kuzey ve Güney Amerika ve Yeni Zelanda'da dağılım göstermektedir. Diğer *Henlea* türü gibi toprakta, ayrıca tatlısularda kıyılarda bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002).

Ülkemizde bu türlerin bulunuşuna bakıldığında Göller Bölgesi'nde (Yıldız, 2003), Uluabat Gölü'nde (Kökmen vd., 2007), Yuvarlakçay'da (Yıldız vd., 2007), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki dağ göllerinde (Yıldız vd., 2010; 2012) dağılım gösterdiği görülmektedir. Ayrıca çalışmada, Enchytraeidae familyasına bağlı *Cognettia* cinsine ait iki tür belirlenmiştir. *Cognettia* türleri düşük pH değerlerine karşı toleranslıdır ki düşük pH değerleri diğer bazı türlerin fizyolojik reaksiyonlarının oranını azaltıcı rol oynar (Standen, 1980).

Cognettia glandulosa, Holarktik dağılıma sahiptir. Toprakta ve tatlısularda kıyılarda bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002). Islak toprakları tercih eder (Healy ve Bolger, 1984).

Cognettia sphagnetorum, toplayıcı grubun en iyi temsil edildiği türlerden biridir (Krno vd., 2006). Avrupa, Kuzey Amerika'nın doğusu ve Grönland'dan dağılımı verilmektedir. Toprakta ve tatlı sularda kıyılarda, nadir olarak ta oligotrofik göllerin dip sularında bulunur (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002). Islak toprakları tercih eder (Healy ve Bolger, 1984). Bu tür tüm turbalık alanlarda dominanttır; asidik oligotrofik koşullar altında canlılık kabiliyetini yavaş yavaş sürdüren bir kaç enchytraeid türünden birisidir ve rekabetin olmadığı yerlerde büyük sayılara ulaşabilir (Standen, 1979).

C. sphagnetorum ve onun kardeş türü *C. glandulosa* daha soğuk ve daha küçük sulara da sıçrayabilirler (Timm vd., 2001). Enchytraeidae familyasına ait türlerin genel dağılımına bakıldığında, 4. 5. ve 6. istasyonlarda dağılımlarının yoğun olduğu göze çarpmaktadır.

Ülkemizde daha önce yapılan çalışmalarda *Cognettia* türlerine, Tunca Nehri'nde (Kırgız vd., 2005; Çamur Elipek vd., 2006), Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı dağ göllerinde (Yıldız vd., 2010; 2012) rastlanılmıştır.

Arslan (2006b), Türkiye'nin çeşitli lotik ve lentik ekosistemlerinde kaydedilen Oligochaeta türlerini listelediği çalışmada, Enchytraeidae familyası ile Naidinae ve Tubificinae altfamilyalarını da içeren 94 *Oligochaeta* türünü ve kaydedildikleri bölgeleri rapor etmiştir.

Jaweir vd. (2014), Irak'ta Fırat Nehri boyunca belirledikleri istasyonlardan Oligochaeta örnekleri toplayarak incelemişler ve çalışma sonunda üç familya ve dokuz cinse ait 12 tür belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmada Oligochaeta faunasının büyük çoğunluğunun Tubificinae altfamilyasına ve *Limnodrilus* cinsine ait türlerden (*Limnodrilus hoffmeisteri*, *L. claparedeianus*, *L. profundicola*, *L. udekemianus*) oluştuğu, Naidinae alt familyasında ise en baskın türün *Stylaria lacustris* olduğu bildirilmiştir. Baskın olarak bildirilen bu türler, Dicle Nehri'nin Türkiye'de kalan kısmında yapılan bu çalışmada da belirlenen türlerdir.

SONUÇ

Bu çalışma Dicle Nehri Oligochaeta faunasının belirlenmesi amacıyla yapılmış, sistematik tabanlı bir çalışmadır. Bir ön araştırma olması nedeniyle, çalışma alanında daha sonra yapılacak çalışmalara destek sağlayıcı nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Dicle Nehri'nin Irak tarafında kalan kısmında Oligochaeta faunasının belirlenmesine yönelik bazı çalışmalar bulunmasına rağmen, Türkiye'de kalan kısmında çalışma konusu ile alakalı bugüne kadar yapılmış herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bu nedenle belirlenen 25 takson, Dicle Nehri'nin Türkiye'de kalan bölümü için yeni kayıt niteliğindedir.

KAYNAKÇA

- Al-Jaboory, A.M. (2012). Identification study on subfamily Tubificinae (Oligochaeta: Naididae) from different aquatic habitat in Baghdad/ Iraq. MSc. Iraq: Thesis, College of Science for Women, University of Baghdad.
- Anonymous, (2010). The Environment and Infrastructure Status Report of Tigris Region (in Turkish). T.C. Tigris Development Agency Research, Strategy Development and Programming Unit.
- Arslan, N. (1998). Taxonomic and zoogeographical examination naididae (Oligochaeta) of Sakarya River system (in Turkish with English abstract). Osmangazi University Graduate School of Natural and Applied Science, PhD Thesis.
- Arslan, N. (2006a). Littoral Fauna of Oligochaeta (Annelida) of Lake Eğirdir (Isparta). *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (3-4): 315-319.
- Arslan, N. (2006b). Records of Aphanoneura and aquatic oligochaetes from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(4): 249-254.
- Arslan, N. & Şahin, Y. (2006). A Preliminary Study on the Identification of The Littoral Oligochaete (Annelida) and Chironomidae (Diptera) Fauna of Lake Kovada A National Park in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 67-72.
- Arslan, N. & Ahıska, S. (2007). A Preliminary Taxonomical Investigation on The Oligochaeta (Annelida) Fauna of Lake Manyas (in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Aquatic Life*, 3-5 (5-8): 278-285.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., & Yildiz, S. (2004). Oligochaeta and Aphanoneura (Annelida) fauna of the Gediz Delta (Menemen-Izmir). *Turkish Journal of Zoology*, 28(3): 183-197.
- Brinkhurst, R.O. & Jamieson, B.G.M. (1971). Aquatic Oligochaeta of the world. Canada: University of Toronto Press.
- Brinkhurst, R.O., & Gelder, S.T. (1991). Annelida: Oligochaeta and Branchiobdellida. In: J.H. Torp & A.P. Covich (Eds), Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (pp 401-428). California: Academic Press.
- Çamur-Elipek, B., Arslan, N., Kirgiz, T., & Öterler, B. (2006). Benthic macrofauna in Tunca River (Turkey) and their relationships with environmental variables. *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 34(4): 360-366.
- Ergun, Z., & Gürbüz, A. (2012). Geomorphological, Climatic and Anthropogenic Affects on The Sediment Transport Amounts of The Euphrates and Tigris Rivers 65th Geological Congress of Turkey 2012 (pp. 574-575). Ankara, Turkey: Proceedings Book.
- Healy, B., & Bolger, T. (1984). The occurrence of species of semiaquatic Enchytraeidae (Oligochaeta) in Ireland. *Hydrobiologia*, 15: 159-170.
- Jaweir, H.J., & Al-Janabi, E.O.S. (2012). Biodiversity and abundance of aquatic oligochaetes- family Naididae in the middle sector of Euphrates river, al Al-Mussayab City/ Iraq. *The International Journal of the Environment and Water*, 1(1): 122-130.
- Jaweir, H.J., & Radhi, M.M. (2013). Naididae (Clitellata: oligochaeta) and Aeolosomatidae (Polychaeta: phanoneura) species associated with aquatic plants in Tigris River / Baghdad/Iraq. *Journal Baghdad for Science*, 10(1): 116-125.
- Jaweir, H.J., & Radhi, M.M. (2014). Pristina species (oligochaeta: naididae) in tigris river within baghdad city / Iraq. *Journal Baghdad for Science*, 11(2):1016-1021.
- Jaweir, H.J., & Al-Janabi, E.O.S. (2014). New records of Naidid worms (Oligochaeta: Naididae) in Euphrates River. *Journal Baghdad for Science*, 11(2):1008-1015.
- Jaweir, H.J., Salman, J.M., & Abaid, Z.H. (2014). Spatial and Temporal Distribution of Benthic Oligochaeta In Euphrates River, Middle of Iraq. *Mesopotamia Environmental Journal*, 1 (1): 1-6.
- Jaweir, H.J. (2014). Checklist of Aquatic Oligochaetes Species in Tigris – Euphrates. *Baghdad Science Journal*, 11 (3): 1397-1404.
- Kirgiz, T., Çamur-Elipek, B., & Arslan, N. (2005). Preliminary study of Enchytraeidae (Oligochaeta) in the Tunca River (Thrace, Turkey). *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Biology/Ecology*, 54 (4): 310-315.
- Kökmen, S., Arslan, N., Filik, C., & Yılmaz, V. (2007). Zoobenthos of Lake Ulubat, a Ramsar Site in Turkey, and Their Relationship with Environmental Variables. *Clean Soil Air Water*, 35: 266-274. doi: [10.1002/clen.200700006](https://doi.org/10.1002/clen.200700006)
- Krno, I., Šporka, F., Štefková, E., Tirjaková, E., Bitušik, P., Bulánková, E., Lukáš, J., Illéšová, D., Derka, T., Tomajka, J., & Ěrný, J. (2006). Ecological study of a high-mountain stream ecosystem (Hincov potok, High Tatras Mountains, Slovakia). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 69: 299-316.
- Learner, M.A., Lochhead, G., & Hughes, B.D. (1978). A review of the biology of British Naididae (Oligochaeta) with emphasis on the lotic environment. *Freshwater Biology*, 8(4): 357-375.
- Nielsen, C.O., & Christensen, B. (1959). The Enchytraeidae, critical revision and taxonomy of European species. *Natura Jutlandica*, 8-9: 1-160
- Rhadi, M.M. (2012). Sorting and Identification of Naididae and Aeolosomatidae (Annelida) species from different aquatic sites within Baghdad City. MSc. Thesis. Iraq: College of science for Women, University of Baghdad.
- Sperber, C. (1948). A taxonomical study of the Naididae. *Zoologiska Bidrag från Uppsala*, 28: 1-296.
- Standen, V. (1979). Factors affecting the distribution of lumbricids (Oligochaeta) in associations at peat and mineral sites in Northern England. *Oecologia*, 42: 359-374.
- Standen, V. (1980). Factors affecting the distribution of Enchytraeidae (Oligochaeta) in associations at peat and mineral sites in northern England. *Bulletin D'Ecologie*, 11 (3): 599-608.
- Timm, T. (1970). On the fauna of Estonian Oligochaeta. *Pedobiologia*, 10: 52-78.
- Timm, T. (1980). Distribution of Aquatic Oligochaeta. Aquatic Oligochaete Biology. New York and London: Plenum Press.
- Timm, T., Seire, A., & Pall, P. (2001). Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. *Hydrobiologia*, 463: 223-234. doi: [10.1023/A:1013176229631](https://doi.org/10.1023/A:1013176229631)
- Timm, T., & Veldhuijzen van Zanten, H.H. (2002). Freshwater Oligochaeta of North-West Europe. World Biodiversity Database, CD-ROM Series. University of Amsterdam: Expert Center for Taxonomic Identification.
- Timm, T. (2009). A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia*, 66: 1-235.
- Timm, T., Arslan, N., Rüzgar, M., Martinsson, S., & Erséus, C. (2013). Oligochaeta (Annelida) of the profundal of Lake Hazar (Turkey), with description of Potamotheix alatus hazaricus n. ssp. *Zootaxa*, 3716 (2): 144-156. doi: [10.11646/zootaxa.3716.2.2](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3716.2.2)
- Yıldız, S. (2003). Taxonomical and ecological investigation of inland waters Oligochaeta (Annelida) fauna in the Lakes district (in Turkish with English abstract). Izmir, Turkey: Ege University Graduate School of Natural and Applied Science, PhD Thesis.
- Yıldız, S., Taşdemir, A., Özbek, M., Balık, S., & Ustaoglu, M. R. (2005). Macrobenthic Invertebrate Fauna of Lake Eğirdir (Gündoğmuş-Antalya). *Turkish Journal of Zoology*, 29(3): 275-282.
- Yıldız, S. & Balık, S. (2006). The Oligochaeta (Annelida) Fauna of Topçam Dam Lake (Aydın, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 30: 83-89.
- Yıldız, S., Ustaoglu, M.R., & Balık, S. (2007). The Oligochaeta (Annelida) Fauna of Yuvarlak Stream (Köyceğiz-Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 1-6.
- Yıldız, S., Ustaoglu, M. R., Balık, S., & Sarı, H.M. (2008). Contributions to the Knowledge of Oligochaeta (Annelida) Fauna of Some Lakes in the West Black Sea Region (Turkey). *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 14(3): 193-204.

- Yıldız, S., Ustaoglu, M.R., & Balık, S. (2010). Littoral Oligochaeta (Lumbriculidae and Enchytraeidae) communities of some mountain lakes in the Eastern Black Sea Range (Turkey). *Zoology in the Middle East*, 51: 151-160.
- Yıldız, S., Özbek, M., Ustaoglu, M.R. & Sömek, H. (2012). Distribution of aquatic oligochaetes (Annelida, Clitellata) of high-elevation lakes in the Eastern Black Sea Range of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 36(1): 59-74.
- Yıldız, S., Özbek, M., Taşdemir, A., & Topkara, E.T. (2015). Assessment of a Shallow Montane Lentic Ecosystem (Lake Golcuk, Izmir, Turkey) Using Benthic Community Diversity. *Ecology*, 24(97): 1-13.
- Zeybek, M., Kalyoncu, H., & Ertan, Ö.O. (2013). The Effects of Environmental Variables on Distribution of Aquatic Oligochaeta And Chironomidae at Kovada Channel and The Linked Lakes (Isparta/Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 22(11): 3160-3169.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Determination of shelf life of Gibel Carp (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinades in different sauces stored at 4 °C

Farklı soslarda 4 °C'de depolanan Gümüşü Havuz Balığı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinatlarının raf ömrünün belirlenmesi

Latif Taşkaya • Yunus Alparslan* • Hatice Hasanhocaoğlu Yapıcı • Cansu Metin •

Taçnur Baygar

Muğla Sıtkı Koçman University, Fisheries Faculty, Department of Seafood Processing Technology, 48000, Muğla, Turkey

*Corresponding author: yunusalparslan@mu.edu.tr

Received date: 01.02.2016

Accepted date: 26.02.2016

How to cite this paper:

Taşkaya, L., Alparslan, Y., Hasanhocaoğlu Yapıcı, H., Metin, C. & Baygar, T. (2016). Determination of shelf life of Gibel Carp (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinades in different sauces stored at 4 °C. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 55-61. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.11](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.11)

Abstract: In this study, quality properties and shelf life for gibel carp (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinades during stored at 4±1 °C in different sauces was investigated. The marinating process was carried out in 2.5% vinegar, 10% salt and water for 72h at 4±1 °C. After the marination process, fish were removed from the solutions, transferred in to glass jar contain with different sauces (Group A: sunflower oil and tomato paste, Group B: sunflower oil with garlic, red pepper, thyme, basil and mint and the control group: sun flower oil). Sensory, chemical, colour and microbiological analyses were performed during the storage. According the chemical analysis results TVB-N and TBA values of all groups were increased during the storage, but during the stored period did not exceed acceptable limit values. The highest TVB-N and TBA values were group A. (P<0,05). At the end of 135 days of storage, sensory analysis results pointed out that the marinades of group B did not exceed acceptable limit values (P<0,05). The overall microbial load of the fresh samples decreased through out the storage period (P<0,05). By sensory data, shelf life of sauced gibel carp marinades were 120 days (control), 105 days (group A) and 135 days (group B).

Keywords: *Carassius gibelio*, *Gibel carp*, *marination*; *quality properites*, *shelf life*, *sauces*

Öz: Bu çalışmada, farklı soslarda 4±1°C'de depolanan gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) marinatlarının raf ömürlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Marinasyon işlemi % 2,5 sirke ve %10 tuz ile 4±1 °C'de 72 saatte gerçekleştirilmiştir. Marinasyon işleminden sonra balıklar solüsyondan çıkarılmış ve farklı soslar içeren (A grubu: ayçiçeği yağı ve domates salçası; B grubu: ayçiçeği yağı, sarımsak, kırmızı pul biber, kekik, fesleğen ve nane; Kontrol grubu: ayçiçeği yağı) cam kavanozlara yerleştirilmiştir. Buzdolabı şartlarında 135 gün depolama boyunca duyuşsal, kimyasal, renk ölçümü ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analiz sonuçlarına göre bütün örneklerin TVB-N ve TBA değerleri muhafaza süresince artış göstermiş ancak depolama boyunca kabul edilebilir sınır değerleri içerisinde kaldığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek TVB-N ve TBA değeri A grubu örneklerde görülmüştür (P<0,05). 135 günlük depolama sonunda B grubu marinatların duyuşsal değerlendirme açısından tüketilebilir limit değerleri içerisinde kaldığı tespit edilmiştir (P<0,05). Taze örneklerdeki toplam mikrobiyolojik yükün depolama boyunca azaldığı gözlemlenmiştir (P<0,05). Duyusal analiz sonuçlarına göre Kontrol, A ve B grubu örneklerin raf ömrü sırasıyla 120, 105 ve 135 gün olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Carassius gibelio*, *Gümüşü havuz sazanı*, *marinasyon*, *kalite özellikleri*, *raf ömrü*, *sos*

INTRODUCTION

Carassius gibelio (Bloch, 1782) (also known as the silver Prussian carp or gibel carp) is rapidly growing invader of freshwater ecosystems a cyprinid species native from Asia and then introduced in many other countries. The silver crucian carp *Carassius gibelio* is distributed mainly in the former Soviet Union, Europe, Korea and north-east China (Zou et al., 2000). Gibel carp was reported first by Baran and Ongan (1988) in Turkey. As well as most part of Europe, rapid increase in gibel carp and distribution in many parts of Turkey have reported (Tarkan et al., 2006). Although reported for 46 locations in

Turkey, *C. gibelio* is likely to have a much wider distribution (Özcan, 2007).

Nowadays seafood processed and packaged in different ways to make ready for consumption food like in other food industries due to increasing demand for ready-to-eat products and developing technology (Özpolat et al., 2010).

Traditional seafood preservation methods are effective in controlling microbial activity but have adverse organoleptic and textural properties. The current demand for 'natural' foods,

bring necessities of new approaches in seafood preservation (Siriskar et al., 2013).

Marination technique, based on BC 7th century, provides seasoning to fresh, frozen or salted fish or fish parts with vinegar and/or other organic acids and salt (Varlık, 1993a), without temperature effect. Marinades are semi-preserved product; produced by adding acetic acid and salt for of prevent from bacteria and enzymes for a while, which has its own taste and limited extended shelf life (Poligne and Collignan, 2000; Özden and Varlık, 2004; İnanlı et al., 2010). At seasoning process, raw material become edible. For flavoring the marinade sugar, spices, sauce, cream, mayonnaise, vegetable oil and vegetables can be added and can be packed in glass bottle or plastic cap (İnanlı et al., 2010).

In this study, its aimed to assess the economic values of marinades from *Carassius gibelio* (Bloch 1782), an Asia originated omnivore fresh water species. *C. gibelio* moved to Europe with various routes and is used as feed for carnivore individuals or fish pricing at lakes, ponds and dams in our country. As it is not preferred by consumers with its heavy odour, taste and bony structure, marination with different sauces was evaluated for *C. gibelio* contribution economically. The shelf life of gibel carp marinades in different sauces was investigated during storage at 4 °C.

MATERIAL AND METHODS

Sample Preperation and Marination Process

Fresh gibel carp (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) obtained from a local aquaculture farm in Karacasu near Aydın (Turkey). The samples (average weight 172 ± 30.82 g and length 19.75 ± 2 cm), placed in polystyrene foam boxes with flake ice and transferred to the Fish Processing Laboratory in Muğla Sıtkı Koçman University Faculty of Fisheries within 2 hours. After arrival fish were decapitated and filleted by hand and washed under tap water. Fillets were dipped in an ice-water solution (1:4 (v/v) ice/water) for 60 min to provide physical cleaning and temperature stability.

The marinating process was performed in 2.5% acetic acid and 10% sodium chloride solution. Fish:solution ratio was 1:1.5 in each glass jar. Marinating was carried out at $4 \pm 1^\circ\text{C}$ for 72h. When marinating process was completed, the fillets were removed from the solution and filtered and divided into three batches (~4 kg each). The first batch (Control) was marinated by immersing the whole fillets in sunflower oil. The second batch (Group A) was marinated by immersing in 2500 mL sunflower oil with 110 g tomato paste and the third batch (Group B) was marinated by sunflower oil containing 6 garlic seed, 6 g red pepper, 2 g thyme, 2 g basil and 2 g mint. All batches were stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$ for up to 135 days.

Throughout the storage period (0, 30, 60, 90, 120, 135 days), sensory, chemical (proximate composition, pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), thiobarbituric acid (TBA), free fatty acid (FFA), salt % and acetic acid %) and microbiological

[total viable counts (TVC), psychrotrophic bacteria counts (PB) and total coliform counts (TCB)] analyses were performed.

Sensory analyses

Sensory properties of control group was also marinated so, all samples were evaluated by six experienced panellists from Muğla Sıtkı Koçman University and the results were evaluated as described by Sallam et al. (2007). Panellists gave scores for sensory characteristics appearance, colour, odor, texture, rancidity, juiciness, softness, acidity, saltiness, aftertaste and general acceptability. The overall acceptability of fish marinades were assessed on a scale of 1 to 9 (9 excellent, 8 very good, 7 good, 6 reasonable, 5 not good, 4 disliked, 3 bad, 2 very bad, 1 reject) (Sallam et al., 2007).

Proximate analyses

The fish samples were analysed in triplicate for proximate composition: lipid content by the Bligh and Dyer (1959) method, moisture and the ash by AOAC (1990) method, total crude protein by Kjeldhal method (AOAC 1984).

Microbiological analyses

The following groups of microflora were monitored: total viable count, psychrotrophic bacteria count and total coliform bacteria. A sample (10 g) was removed aseptically using a scalpel and forceps from the fillet, transferred to a stomacher bag containing 90 mL of sterile Peptone Water (PW) solution (0.1%), and homogenized using a stomacher at room temperature. For each sample, further serial decimal dilutions were prepared in PW solution (0.1%) (Gürgün and Halkman, 1988).

Total viable counts were determined using Plate Count Agar (PCA, Merck code 1.05463, Darmstadt, Germany) after incubation for 2 days (24h + 24h) at 37 °C; psychrotrophic bacteria counts were determined after incubation at 7 °C for 10 days with same medium (FDA/BAM, 2002). To count coliform bacteria, analysis was performed according to MPN method with 3x3 tubes. These tubes were left at 35 °C, 48 hours for incubation. Tubes were evaluated as positive if gas formation was observed (FDA/BAM, 2002).

Chemical analyses

The pH values were recorded by using a InoLab model digital pH meter (InoLab, WTW, Germany) after homogenization of each 10 g fish muscle in 100 ml distilled water (Manthey et al., 1988). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) was determined according to Antonacopoulos and Vyncke (1989). Thiobarbituric acid (TBA) determined according to Tarladgis et al. (1960) to evaluate the oxidation stability during chilled storage. Free fatty acid (FFA) content, expressed as % of oleic acid, was determined by acidometric titration of extracts after adding ethanol and using phenolphthalein as an indicator as following to AOCS (1998). Salt content determination was

done according to Varlık et al. (1993a). Acidity was determined according to the method given by Karl (1994).

Colour measurements

The colour of samples was measured by a colorimeter (Pen Color Art 1L, Artoksi MSM, China) and was reported by the CIE system. L*, a* and b* parameters indicate lightness/brightness, redness/greenness and yellowness/blueness, respectively. The colourimeter was calibrated with a white standard.

Statistical analysis

Experiments were performed in triplicate (n=3) and a completely randomised design (CRD) was used. Analysis of variance (ANOVA) was performed and the mean comparisons were done by Duncan's multiple range tests. Statistical analysis was performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS for Windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Table 1. Results of sensory evaluation of marinades in different sauces

	Storage Time (Days)					
	0	30	60	90	120	135
Control	8.76±2.34 ^{aA}	8.30±0.26 ^{aA}	7.30±0.53 ^{bA}	6.93±1.10 ^{bA}	5.65±0.72 ^{cA}	4.57±0.38 ^{dA}
Group A	8.76±2.34 ^{aA}	8.20±0.67 ^{aA}	7.47±0.67 ^{bA}	6.50±1.56 ^{cA}	4.93±1.11 ^{dB}	3.90±0.69 ^{eB}
Group B	8.76±2.34 ^{aA}	8.55±0.17 ^{aA}	8.23±0.74 ^{aB}	7.35±0.93 ^{bB}	6.87±0.85 ^{cC}	6.10±0.52 ^{cC}

Lowercase letters used exponentially in the same column show statistical difference between days while capital letters used exponentially in the same line show groups. (P<0.05) (Mean ± STD)

Microbiological analysis results

Analysis results of total viable count (TVC), psychrotrophic bacteria (PB) and total coliform bacteria (TCB) were shown in Table 2. The initial TVC, PB and TCB counts of flesh gibel carp determined as 4.1, 3.4 CFU / g and 8.0 MPN / g respectively. At the end of storage, TVC counts for control, group A and group B respectively were determined as 5.4, 5.6 and 3.9 CFU / g, PB counts were determined as 2.8, 3.0 and 2.0 CFU / g. TCB counts of all groups at the end of storage were determined as <3 MPN / g. Generally, microbial flora of fish varies due to fish species, season, nutritional conditions, developmental stage of the fish and the type of water it exists (Sen and Temelli, 2003).

It was seen that microbiological load decreased in acedric acid and salt treated samples during storage (P<0.05). Indeed it is thought that spices which were used in group B showed antimicrobial effect. It was reported that garlic has a maximum antimicrobial effect against spoilage bacteria which causes

RESULTS AND DISCUSSION

Sensory analysis results

Results of sensory analysis of all groups were shown in Table 1. The most important fact which influences preference of consumers is sensory characteristics (Huss, 1995). In our research marinated gibel carp which were prepared as control, group A and B were presented to panelists in all stages of analysis. Group B maintained its quality until 135th day according to the panelists. Group A and control were seen to reach unacceptable limits after 105th and 120th days respectively. In terms of general acceptance; group B were appreciated more than control and group A marinades (P<0,05). Because the spices used in group B was thought to have a positive effect on the flavor and appearance.

food poisoning (Can et al., 2011). Increasing was determined partially for TVC and PB towards the end of the storage (P<0.05). Wenjiao et al. (2013) reported that the initial number of bacteria in the silver carp muscle was 3.0 log₁₀ CFU / g, which indicated a good quality of the fish used in this experiment. Sallam et al. (2007) was determined chemical and sensory characteristics of pacific saury (*Cololabis saira*) which was marinated in %12 salinity, %3 and %2 acetic acid and psychrotrophic bacteria count was 3.95 log₁₀ CFU / g at the beginning, however an important decrease was observed after marination process (p<0.05) and regress respectively to 1.55 and 1.7 log₁₀ CFU / g. Çolakoğlu (2004), was reported microbial count of last products which have obtained with different processing techniques, decreases significantly in comparison with fresh fish fillets and especially was put forth that the minimum bacteria content is at marinades technology. Sen and Temelli (2003) reported that the vegetable additives and sauces used after marination did not affect on hygienic quality of the end product since they were also marinated.

Table 2. Microbiological analysis results of marinades in stored different sauced

	Groups	Storage Time						
		Raw material	0	30	60	90	120	135
TVC (CFU/g)	Control	4.1±0.04	2.1±0.14	2.0±0.08	2.6±0.06	4.4±0.02	5.1±0.13	5.4±0.04
	Group A	4.1±0.04	2.1±0.14	2.0±0.12	3.4±0.10	4.0±0.03	5.2±0.08	5.6±0.21
	Group B	4.1±0.04	2.1±0.14	2.3±0.18	3.2±0.03	4.3±0.08	4.0±0.14	3.9±0.12
PB (CFU/g)	Control	3.4±0.03	<log 10	<log 10	<log 10	<log 10	<log 10	2.8±0.12
	Group A	3.4±0.03	<log 10	2.0±0.11	2.0±0.05	<log 10	<log 10	3.0±0.06
	Group B	3.4±0.03	<log 10	<log 10	<log 10	<log 10	<log 10	2.0±0.09
TCB (MPN/g)	Control	8,0±0.11	7,2 ±0.08	<3	<3	<3	<3	<3
	Group A	8,0±0.11	7,2 ±0.10	<3	<3	<3	<3	<3
	Group B	8,0±0.11	7,2± 0.03	<3	<3	<3	<3	<3

(Mean±STD, n:3) TVC: total viable count, PB: psychrotrophic bacteria, TCB: total coliform bacteria, MPN/g: Most probable number in a gram, CFU/g: coloni form units in a gram

Proximate composition analysis results

% crude protein, crude lipid, moisture, crude ash values of raw material and marinated fish were shown in Table 3. % crude protein, crude lipid, moisture, crude ash values of raw material in our study were determined as 16.75, 1.13, 80.14 and 0.87 respectively. Cui et al., (2006) have reported that gibel carp has 78.2% moisture, 14.2% protein, 3.0% lipid and 3.4% ash content. A rapid decrease was seen at % moisture value until 30th day and it remained stable with decrease partially ($P<0.05$) towards the end of the storage.

The reason of this decrease is osmosis. The ionic strength of the muscle tissue fluid is lower than that of brine, and through the process of osmosis, the brine solution will be absorbed by the meat until a state of equilibrium is reached (Alvarado and McKee, 2007). The highest moisture loss occurred at group B. Cabrer et al. (2002) was reported marinated anchovy fillets have % 72.01 ± 0.27 moisture ratio, % 19.13 ± 0.98 crude protein, % 4.58 ± 0.49 crude lipid, % 5.35 ± 0.09 crude ash and marination process decreased moisture ratio, increased protein, lipid and ash ratios.

Table 3. Proximate analysis results of raw material and after marination

Groups		Protein (%)	Lipid (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Carbonhydrate (%)
Raw Material		16.75±0.27 ^a	1.13±0.11 ^a	80.14±0.55 ^a	0.87±0.16 ^d	1.11±0.03 ^c
After maturation		16.95±0.21 ^a	1.30±0.04 ^a	78.34±0.34 ^b	1.96±0.22 ^c	1.45±0.17 ^b
At the end of storage period	Control	17.01±0.62 ^a	3.8±0.04 ^c	72.41±0.15 ^c	5.35±0.64 ^b	1.44±0.11 ^b
	Group A	16.69±0.17 ^a	5.07±0.59 ^a	70.86±0.70 ^d	6.12±1.13 ^a	1.26±0.09 ^{bc}
	Group B	16.88±0.12 ^a	4.22±0.15 ^b	70.53±0.06 ^d	5.97±0.25 ^a	2.39±0.18 ^a

Between the groups shown with different letters are significantly different ($p < 0.05$) (Mean ± STD, n:3)

Chemical Analysis Results

pH value is an important fact that influences microbial and enzymatic variations. During marination, pH value of fresh fish decreases significantly (Inanli et al., 2010). pH value of gibel carp was determined as 6.54 before marination while marinated fish of pH value was 4.34 (Figure 1). A few increase was seen at all groups during storage ($P>0.05$).

In comparison with other groups pH value of group B was lower at the end of the storage. Proteins are denaturated and pH value decreases by diffusing of salt and acetic acid in fish meat during marination process (Karl et al., 1995). Olgunoğlu (2007) investigated sensory, chemical and microbiological variations of anchovy marinades in their study and pH value was 6.21 in raw material while this value changes between 3.89-4.27 in marinades during storage. Poligne and Colignan

(2000) found that the pH levels of anchovies pickled with acetic acid increased from 3.90 to 4.21 after 20 days of storage and then remained constant until the end of the storage.

TVB-N analysis results were shown in Figure 2. The initial TVB-N value of the raw material was 11.98 mg / 100g. After marination process the value determined as 7.67 mg / 100g. TVB-N values showed increase consistently at the end of the storage ($P < 0.05$). TVB-N value of all groups until storage of 135 days did not exceed unacceptable limit of 32-36 mg / 100 g and it was determined that it takes a place in consumable product class (Varlık et al., 2004). It was determined that quality of group B were better in comparison with other groups, group A reached low quality values towards at the end of the storage. This condition is thought especially because of protection effect of spices that exist in group B.

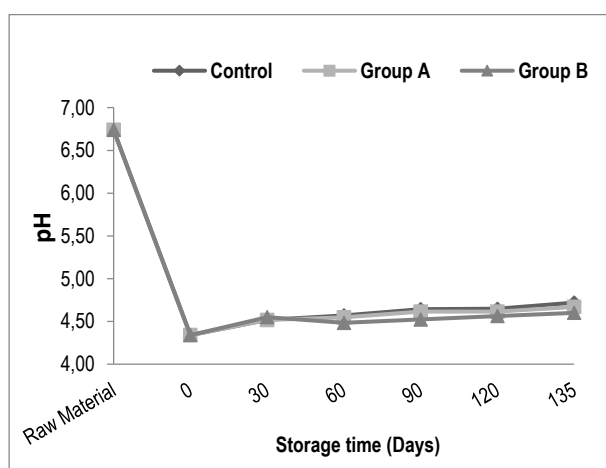


Figure 1. pH analysis results of marinades stored in different sauces

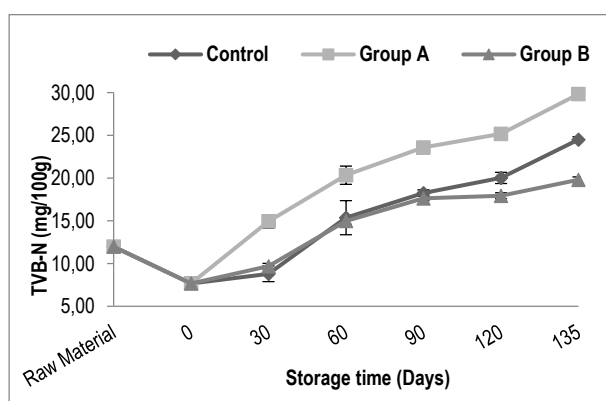


Figure 2. TVB-N analysis results of marinades stored in different sauces

TBA analysis results of samples were shown in Figure 3. TBA is widely used as an indicator of the degree of lipid oxidation, which can lead to off-flavour, colour and odour changes, and contribute to the texture deterioration in the fish products (Wenjiao et al. 2013). It was reported TBA has to be

below 3 in good material and consumability limit is between 7-8 (Varlık et al., 1993b). The initial TBA value of the raw material was 0.36 mg malonaldehyde / kg. This value increased during storage for all groups however did not exceed limit. The lowest TBA values were seen at group B samples, group A samples reached low quality values. In particular spices such as oregano, mint, basil, garlic in group B showed antioxidant features. So, TBA values that index of oxidation remained low level for group B. The initial TBA values in sardine marinades were 4.47 mg malonaldehyde/kg and changes up to 8.21 mg malonaldehyde/kg during storage (Kılınç and Çaklı, 2005).

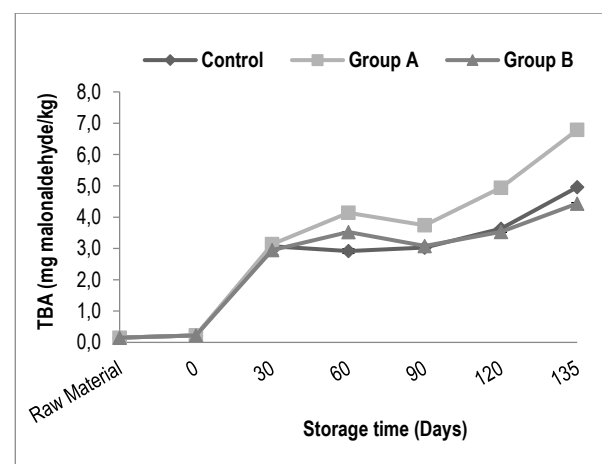


Figure 3. TBA analysis results of marinades stored in different sauces

Free fatty acid (FFA) analysis results were shown in Figure 4. The initial FFA value of raw material was 0.15 oleic acid %. This value increased significantly during storage time ($P < 0.05$). At the end of storage, this value for control, group A and group B were determined as 4.32, 3.67 and 2.01 oleic acid %, respectively.

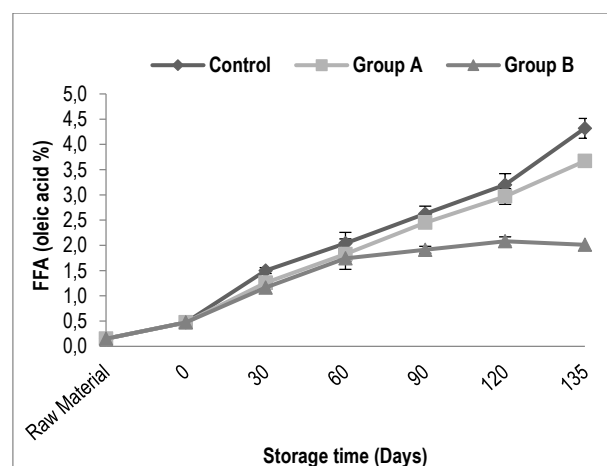


Figure 4. FFA analysis results of marinades stored in different sauces

Variation of salt content in samples during storage was shown in Figure 5. Salt that used in marination process acquires hardness besides flavour to fish meat (Varlik et al., 1993a). % salt content of control group increased ($P<0.05$) consistently until the end of the storage. This situation was also mentioned by panelists. There was no change on salt content after 30th day in group A and B marinades. The lowest salt content was determined in group B marinades. It was thought that ingredients used in group A and B marinades inhibited transition of salt to meat. In terms of sensory quality, salt content of group B marinades appreciated by panelists comparison with other groups supports this result.

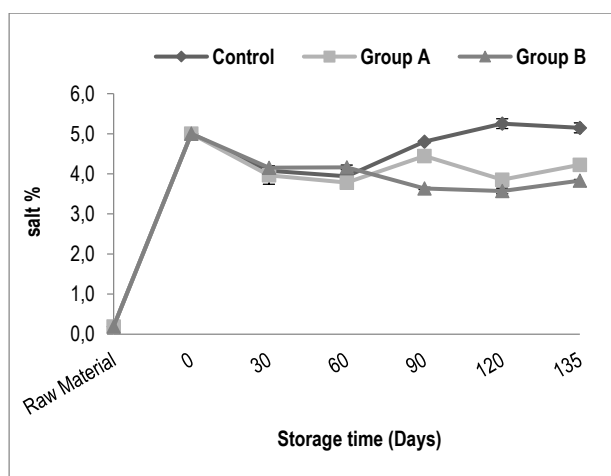


Figure 5. % Salt analysis results of marinades stored in different sauces

Acetic acid contents were shown in Figure 6. Acetic acid is effective at destruction of amino acids which is an aromatic transporter of proteinaceous material (Çoban ve Özpolat, 2011). In control and group A marinades an increase was observed consistently until the end of the storage ($P<0.05$). The lowest acetic acid content was determined at group B marinades. Acetic acid content of all three groups was liked by sensory panelists and the content was determined ideal for fish meat.

While an increased (brightness) occurred in L^* value of control and group B marinades ($P<0.05$), there were not much change of group A marinades. Tomato paste, used in group A marinades, effects the brightness of meat. There were not much change was observed in terms of a^* value of control and group B marinades ($P>0.05$). After putting the meat within sauce, an increase observed in a^* value in group A marinades

($P<0.05$) however this value decreased increasingly through the end of storage. It has been seen that the a^* value affected by mostly tomato paste. An increase towards to positive in b^* value is an indication of yellowness. When results were evaluated in terms of b^* all marinades show an increase ($P<0.05$). At the end of storage while redness was decreasing yellowness reached highest point in group A marinades.

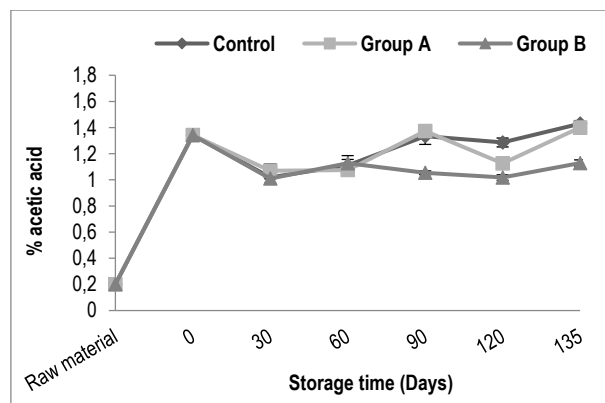


Figure 6. % Acetic acid analysis results of marinades stored in different sauce

CONCLUSIONS

In this study sensory, chemical and microbiological quality of gibel carp (*Carassius gibelio*), marinades in different sauces, were determined and evaluated. Consequently in terms of sensory analysis samples of Control, group A and group B were found to retain the property of acceptable at 120th, 105th and 135th day respectively. When study results considered overall; gibel carp, is an invasive species and has no economical value, can utilized with marinate. This species could serve up to consumers as ready to eat food in different sauced thus expanding range of products can contribute to the national economy. Acetic acid used in marinade process is effective upon tiny bones nevertheless it may not be effective in large bones. That's why we suggest to use 2 % acetic acid with small fish while 2 – 3 % with bigger fishes in gibel carp marinade.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors appreciate the financial support of Mugla Sıtkı Kocman University Scientific Research Projects Coordination Unit (No. 12/02).

REFERENCES

- Antonacopoulos, N., & Vyncke, W. (1989). Determination of volatile basic nitrogen in fish: a third collaborative study by West European Fish Technologists' Association (WEFTA). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung A*, 189: 309-316. doi: [10.1007/BF01683206](https://doi.org/10.1007/BF01683206)

- Alvarado, C., & McKee, S. (2007). Marination to improve functional properties and safety of poultry meat. *The Journal of Applied Poultry Research*, 16 (1): 113-120. doi: [10.1093/japr/16.1.113](https://doi.org/10.1093/japr/16.1.113)

- AOAC (1984). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Washington, DC.

- AOAC (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2 vols. 15th ed. Washington, DC.
- AOCS (1998). In Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society; 5th Edition, Champaign, IL.
- Baran, I., & Ongan, T. (1988). Limnological characteristics of Gala lake, fishing issues and recommendations. Gala Gölü ve Sorunları Sempozyumu, Doğal Hayatı Koruma Derneği Bilimsel Yayınlar Serisi, 46-54.
- Bligh, E.G., & Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911-917. doi: [10.1139/o59-099](https://doi.org/10.1139/o59-099)
- Cabrer, A.I., Casales, M.R., & Yeannes, M.I. (2002). Physical and chemical changes in anchovy (*Engraulis anchoita*) flesh during marination. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11(1): 19-31. doi:[10.1300/J030v11n01_03](https://doi.org/10.1300/J030v11n01_03)
- Can, P.Ö., Yalçın, H., & Arslan, A. (2011). Assessment of quality criteria of *Cyprinus carpio* fillets marinated with eugenole solution for different time (in Turkish with English abstract). *The Black Sea Journal of Science*, 2(5): 17-27.
- Çoban, Ö.E., & Özpolat, E. (2011). Assessment with various sauces of marinated red Mullet (*Mullus barbatus barbatus* L., 1758) by different acetic acids solutions (in Turkish with English abstract). *SDU Journal of Science (E-Journal)*, 6(1): 26-34.
- Çolakoğlu, F.A., (2004). The Effects of processing techniques on microflora of roach (*Rutilus rutilus*) and whitefish (*Coregonus* sp). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28: 239-247. doi: [10.3923/pjbs.2007.3002.3005](https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.3002.3005)
- Cui, Z.H., Wang, Y., & Qin, J.G. (2006). Compensatory growth of group-held gibel carp, *Carassius auratus gibelio* (Bloch), following feed deprivation. *Aquaculture Research*, 37(3): 313-318.
- FDA/BAM (2002). Food and drug analyses/bacteriological analytical manual, Aerobic plate count. Edition 8, Chapter 3, January.
- Gürgün, V., & Halkman, K.T. (1990). Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, Yayın No:7, San Basım, Ankara.
- Huss, H.H. (1995). Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Technical paper: 348, Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations 132.
- İnanlı, A.G., Özpolat, E., Çoban, E.O., & Karaton, N. (2010). Chemical composition of marinated anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) and sensory evaluation in different sauce (in Turkish with English abstract). *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(4): 455-461. doi: [10.3153/jfscom.2010049](https://doi.org/10.3153/jfscom.2010049)
- Karl, H. (1994). Überlegungen zur berechnung der salz-und sauregehalte im fischgewebewasser von marinierten fischereierzeugnissen. *Fischwirtschaft*, 41(1): 47-59. doi: [10.1007/s13197-011-0597-4](https://doi.org/10.1007/s13197-011-0597-4)
- Karl, H., Roepstorf, A., Huss, H.H., & Bloemsma, B. (1995). Survival of *Anisakis* larvae in marinated herring fillets. *International Journal of Food Science & Technology*, 29: 661-670. doi: [10.1111/j.1365-2621.1994.tb02107.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb02107.x)
- Kılınç, B., & Çaklı, S. (2005). Determination of the shelf-life of sardine (*Sardina pilchardus*) marinades in tomato sauce stored at 4 °C. *Food Control*, 16: 639-644. doi: [10.1016/j.foodcont.2004.07.004](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.07.004)
- Manthey, M., Karnop, G., & Rehbein, H. (1988). Quality changes of European catfish from warm-water aquaculture during storage ice. *International Journal of Food Science & Technology*, 23: 1-9. doi: [10.1111/j.1365-2621.1988.tb00543.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb00543.x)
- Olgunoğlu, İ.A. (2007). Sensory, chemical and microbiological changes of marinated anchovies (*Engraulis encrasicolus* L. 1758), (in Turkish), PhD thesis, Cukurova University, Institute of Science and Technology, Adana
- Özcan G. (2007). Distribution of non-indigenous fish species, Prussian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the Turkish freshwater systems. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10: 4241-4245. doi: [10.3923/pjbs.2007.4241.4245](https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.4241.4245)
- Özden, O., & Varlık, C. (2004). Marinat Teknolojisi. In: C. Varlık (Ed.) *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, İstanbul Üniversitesi, (s. 205-230), İstanbul.
- Özpolat, E., Çoban, Ö.E., & Patır, B. (2010). The sensory features of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) marinades prepared in different acetic acid and eugenol ratios. *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(4): 329-336. doi: [10.3153/jfscom.2010036](https://doi.org/10.3153/jfscom.2010036)
- Poligne, I., & Collignan, A. (2000). Quick marination of anchovies (*Engraulis encrasicolus*) using acetic and gluconic acids. Quality and stability of the product. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 33: 202-209. doi: [10.1006/food.2000.0635](https://doi.org/10.1006/food.2000.0635)
- Sallam, K.H.I., Ahmed, A.M., Elgazzar, M.M., & Eldaly, E.A. (2007). Chemical quality and sensory attributes of marinated pacific saury (*Cololabis saira*) during vacuum-packaged storage at 4 °C. *Food Chemistry*, 102(4): 1061-1070. doi: [10.1016/j.foodchem.2006.06.044](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.044)
- Sen, M.K.C., & Temelli, S. (2003). Microbiological and chemical qualities of marinated anchovy prepared with different vegetable additives and sauce. *Revue de Medicine Veterinaire*, 154: 703-707.
- Siriskar, D.A., Khedkar, G.D., & Lior, D. (2013). Production of salted and pressed anchovies (*Stolephorus* sp.) and it's quality evaluation during storage, *The Journal of Food Science and Technology*, 50(6): 1172-1178. doi: [10.1007/s13197-011-0450-9](https://doi.org/10.1007/s13197-011-0450-9)
- Tarkan, A.S., Gaygusuz, Ö., Gürsoy, Ç., Acıpinar, H., & Bilge, G. (2006). A new predator species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Marmara Region: successful or not. 1. Balıklandırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, Antalya.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., & Younathan, M.T.A. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37: 44-48. doi: [10.1007/BF02630824](https://doi.org/10.1007/BF02630824)
- Varlık, C., Erkan, N., Özden, Ö., Mol, S., & Baygar, T. (2004). *Su ürünleri işleme teknolojisi* İstanbul Üniversitesi Basım Yayınevi, İstanbul.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993a). The effect of temperature on the penetration of vinegar/salt (in Turkish with English abstract). *Gıda*, 18(4): 223-228.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., & Gün, H. (1993b). Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 17: 174.
- Zou, Z., Cui, Y., Gui, J., & Yang, Y. (2000). Growth and feeding utilisation in two strains of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*: paternal effects in a gynogenetic fish. *Journal of Applied Ichthyology*, 17: 54-58. doi: [10.1046/j.1439-0426.2001.00245.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2001.00245.x)
- Wenjiao, F., Yongkui, Z., Pan, D., & Yuwen, Y. (2013). Effects of chitosan coating containing antioxidant of bamboo leaves on qualitative properties and shelf life of silver carp during chilled storage. *Czech Journal of Food Sciences*, 31: 451-456.

KISA ARAŞTIRMA

SHORT COMMUNICATION

Kuzeydoğu Akdeniz’de yakalanan kütük balığı (*Hoplostethus mediterraneus*)’nın boy-ağırlık ilişkisi

Length-weight relationship of Mediterranean slimehead (*Hoplostethus mediterraneus*) obtained from northeast Mediterranean

Asiye Başusta* • Nuri Başusta • Kağan Buz • Hülya Girgin • Nurcan Dağ

Fırat Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 23119-Elazığ

*Corresponding author: agirgin@firat.edu.tr

Received date: 29.9.2015

Accepted date: 3.2.2016

How to cite this paper:

Başusta, A., Başusta, N., Buz, K., Girgin, H. & Dağ, N. (2016). Length-weight relationship of Mediterranean slimehead (*Hoplostethus mediterraneus*) obtained from northeast Mediterranean (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 63-65. doi:10.12714/egejfas.2016.33.1.09

Öz: Bu çalışma Kuzeydoğu Akdeniz’de yakalanan ve kütük balığı olarak bilinen *Hoplostethus mediterraneus* türünün total boy-ağırlık ilişkilerinin saptanması amacıyla yapılmıştır. Kütük balığına ait toplam 380 örnek (143 dişi-237 erkek) ticari trol teknesi ile uluslararası sularda yapılan avcılıkta yaklaşık 200-380 m derinliklerde hedef dışı tür olarak elde edilmiştir. Yakalanan balıkların total boy ve ağırlıkları sırasıyla dişilerde 6,4-15,2 cm, 3,4-43,8 g ve erkeklerde 6,5-12,3 cm, 3,4-23,7 g olarak bulunmuştur. Kütük balığına ait total boy-ağırlık ilişkileri tüm bireylerde $W=0,0131 \cdot L^{2,9841}$, $r^2=0,9493$ ve $SE_b=0,039$, dişi bireylerde $W=0,0128 \cdot L^{2,9929}$, $r^2=0,9388$ ve $SE_b=0,068$, erkek bireylerde $W=0,0131 \cdot L^{2,9827}$, $r^2=0,9446$ ve $SE_b=0,047$ olarak bulunmuştur. *H. mediterraneus* türünün *b* değerine göre erkek, dişi ve tüm bireylerde izometrik büyüme gözlenmiştir (*t*-test: $P > 0,05$).

Anahtar kelimeler: Kütük balığı, *Hoplostethus mediterraneus*, Boy-ağırlık ilişkisi, Kuzeydoğu Akdeniz

Abstract: This study was carried out to determine the length-weight relationship of Mediterranean slimehead (*Hoplostethus mediterraneus*) obtained from northeast Mediterranean. For this purpose, a total of 380 individuals (143 females and 237 males) of *H. mediterraneus* were captured with a commercial trawler from 200-380 m in depth of international water region. Minimum-maximum length and weight of captured fishes were determined as 6.4-15.2 cm and 3.4-43.8 g for females and 6.5-12.3 cm and 3.4-23.7 g for males respectively. Length-weight relationships of *H. mediterraneus* were found as $W=0.0131 \cdot L^{2.9841}$, $r^2=0.9493$, $SE_b=0.039$ for all individuals, $W=0.0128 \cdot L^{2.9929}$, $r^2=0.9388$, $SE_b=0.068$ for females and $W=0.0131 \cdot L^{2.9827}$, $r^2=0.9446$, $SE_b=0.047$ for males. According to *b* values, all individuals, females and males showed an isometric growth (*t*-test: $P > 0.05$).

Keywords: Mediterranean slimehead fish, *Hoplostethus mediterraneus*, length-weight relationship, northeastern Mediterranean

GİRİŞ

Balıkların boy-ağırlık ilişkisi; balık ve balıkçılık biyolojisi çalışmalarından birisi olup balığın boyundan ağırlığının tahmin edilmesi, farklı habitatlardaki popülasyonların morfolojilerinin karşılaştırılmasına imkân verir (Petrakis ve Stergiou, 1995). Boy-ağırlık ilişkileri ile balığın tüm vücudunun orantılı büyümesi (izometrik) veya orantısız büyümesi (allometrik) olup olmadığı ifade edilir (Le Cren, 1951; Ricker, 1975; Erkoyuncu, 1995).

Kütük balığı, *Hoplostethus mediterraneus* derin deniz balıklarından olup kozmopolit bir türdür. Doğu Atlantik: Akdeniz, Gine, Senegal, Kanarya Adaları, Namibya, Güney Afrika, İrlanda, İzlanda, Batı Hint Okyanusu: Kızıldeniz ve Güney Afrika, Batı Atlantik’te: Meksika Kuzey Körfezi, Güney Brezilya, Antiller, Venezuela’da dağılım gösterirler (Heemstra, 1986; Jonsson, 1992; Klauswitz, 1994). Bentopelajik bir tür olup subtropikal iklim kuşağındaki deniz ve okyanusların 100-1175

m derinliklerinde dağılım gösterirler (Klauswitz, 1994).

H. mediterraneus üzerine Türkiye denizlerinde yapılan araştırmalar son derece sınırlıdır. Sever vd. (2013) Ege Denizi’nde yaptıkları araştırmada, *H. mediterraneus* türünün başlıca besinini Crustacea’dan Mysidacea, Isopod, Decapod, Chaetognatha’dan *Sagitta* spp., Appendicularia ve Teleostei oluşturduğunu belirlemiştir.

Bu çalışma Kuzeydoğu Akdeniz’de *H. mediterraneus* üzerine yapılan ilk kapsamlı boy-ağırlık ilişkisi çalışması olması nedeniyle önemlidir. Bu çalışmayla *H. mediterraneus*’un Kuzeydoğu Akdeniz’deki total boy-ağırlık ilişkisi incelenmiş olup daha sonra yapılacak çalışmalara temel olması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu araştırmanın materyali olan *H. mediterraneus* örnekleri Mayıs 2015'te 36°07'148 K-035°17'978 D, 36°13'720 K-035°22'998 D koordinatları arasına kalan hatta yaklaşık 200-380 m derinliklerde çekilen ticari trol teknesinden (Nihat Baba; 25m-710BG) hedef dışı tür olarak elde edilmiştir. Trol çekim zamanları sabah (06:30-09:30), öğle (10:30- 13:30) ve akşam (14:30-17:30) olmak üzere üçer kez çekim yapılmıştır. Trol ağı 44 mm göze açıklığında olup, 2,5 knots hızla çekilmiştir. Örneklemeye tüm avı içermektedir. Tür tayini [Golani vd. \(2006\)](#)'ya göre yapılmıştır.

Toplam 380 adet balık örneğinin total boyları (TL) cm olarak, ağırlıkları g olarak 0,1 hassasiyetle belirlenmiştir. Çalışmada boy ölçümünde 50 cm'lik cetvel ve 0,1 gr hassasiyete sahip AND GF-6100 marka dijital terazi kullanılmıştır.

Boy-ağırlık ilişkisini belirlemede [Ricker \(1975\)](#)'in önerdiği aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$W = a \times L^b$$

Bu eşitlikte;

W: Total ağırlığı (g), L: Total boyu (cm),

a: Boy-ağırlık ilişkisinin belirlediği eğrinin (Y) eksenini kestiği noktayı ve

b: Boy-ağırlık ilişkisinin belirlediği eğrinin eğimini ifade etmektedir.

Boy-ağırlık ilişkisinde *b* değerinin 3'ten farklı olup olmadığını tespit etmek için SPSS programında *t*-testi uygulanmıştır. Ayrıca *b* değerinin standart hatası (SE_b) ve güven aralığı hesaplanmıştır ([Zar, 1999](#)).

BULGULAR

Toplam 380 adet *H. mediterraneus* (143 dişi-237 erkek) bireyi incelenmiştir. İncelenen örnek popülasyonun boy ve ağırlıkları sırasıyla dişilerde 6,4-15,2 cm, 3,4-43,8 g ve erkeklerde 6,5-12,3 cm, 3,4-23,7 g olarak ölçülmüştür.

H. mediterraneus'a ait boy-ağırlık ilişkileri tüm bireylerde $W=0,013 \times L^{2,9841}$, $r^2=0,9493$ ve $SE_b=0,039$, dişilerde $W=0,0128 \times L^{2,9929}$, $r^2=0,9388$ ve $SE_b=0,068$, erkeklerde $W=0,0131 \times L^{2,9827}$, $r^2=0,9446$ ve $SE_b=0,047$, olarak hesaplanmıştır.

Yapılan regresyon analizi sonucunda kütük balığının tüm bireylerde boyun ağırlığı önemli bir şekilde tahmin ettiği ($F_{1,378}=5828,705$, $P<0,001$), ağırlıktaki artışın %93'ünün balığın boy artışından kaynaklandığını söylemek olasıdır. Ayrıca regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin *t*-testi sonuçları incelendiğinde (*t*-test=76,346, $P<0,01$) toplam uzunluğun önemli bir şekilde tahmin ettiği görülmektedir. Bu türün *b* değerine göre güven aralığı tüm bireylerde 2,924-3,076, dişi bireylerde 2,866-3,133, erkek bireylerde 2,908-3,092 değerleri arasında olduğundan izometrik büyüme görülmektedir (*t*-test: $P > 0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

H. mediterraneus'a ait boy-ağırlık ilişkilerinde tüm, dişi ve erkek bireylerde bulunan *b* değerlerinin [Kotlyar \(1981\)](#), [Filiz ve Bilge \(2004\)](#), [Borges vd. \(2003\)](#)'nin verilerine yakın olduğu görülmüştür ([Tablo 1](#)).

Tablo 1. Çeşitli bölgelerde yapılmış olan *H. mediterraneus*'a ait total boy-ağırlık ilişkisi değerleri
Table 1. Total length-weight relationship values for *H. mediterraneus* species from different locations

Bölge	Kaynak	<i>b</i>	Eşey	Lmin-maks (cm)	r^2	n
Norfolkridge, Kuzeydoğu Atlantik, İrlanda	Kotlyar, 1981	2,831	Tüm	12,0 – 18,7	0,992	148
Batı Hint Okyanusu, Madagaskar	Kotlyar, 1981	3,200	Tüm	4,8 – 16,2	0,981	40
Kelt Denizi, İrlanda	Dorel, 1986	3,305	-	21,0 – 30,0	0,988	114
Balear adaları, İspanya	Merella vd., 1997	3,150	-	4,3 – 21,1	0,998	101
Kuzeybatı Lyon, İtalya	D'Onghia vd., 1998	3,160 3,050	Dişi Erkek			
Algarve, Portekiz	Borges vd., 2003	2,865	-	6,3 – 17,0	0,846	59
Kuzey Ege, Türkiye	Filiz ve Bilge, 2004	2,950	-	8,0 – 18,0	0,980	137
Saros Körfezi, Türkiye	İşmen vd., 2007	3,1556	-	4,5 – 24,6	0,991	599
Cadiz Körfezi, İspanya	Torres vd., 2012	3,364	Tüm	7,1 – 21,0	0,990	20
Ege Denizi, Türkiye	Sever vd., 2013			10,6 – 17,0		108
Kuzeydoğu Akdeniz, Türkiye	Bu çalışmada	2,9841	Tüm	6,4 – 15,2	0,9493	380
		2,9929	Dişi	6,4 – 15,2	0,9388	143
		2,982	Erkek	6,5 – 12,3	0,9446	237

Yaptığımız çalışmada tüm bireylerde 2,9841 olarak hesapladığımız *b* değeri Kuzeydoğu Akdeniz'e göre suları daha sıcak veya Kuzeydoğu Akdeniz ile benzer sıcaklıkta olan bölgelerde araştırma yapan Dorel (1986), Merella vd. (1997), D'Onghia vd. (1998), Torres vd. (2012)'nin hesapladıkları *b* değerinden düşük iken, Kuzeydoğu Akdeniz'e göre daha soğuk sulara sahip olan bölgelerde araştırma yapan Borges vd. (2003) ve Kotlyar (1981)'in hesapladıkları *b* değerinden yüksek bir değere sahiptir. Türkiye denizlerinde yapılmış olan tek çalışmada Filiz ve Bilge (2004) *b* değerini 2,950 olarak hesaplamışlardır.

Yaptığımız bu çalışmada tüm bireylerde *b* değeri 2,9841 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç Filiz ve Bilge (2004)'nin çalışmasıyla paralellik göstermiştir. Saptanan maksimum uzunluk 42,0 cm olup; ortalama uzunlukları ise 20,0 cm olduğu belirtilmiştir (Bauchot, 1987). Bu çalışmada ise maksimum ve

minimum uzunluklar tüm, erkek ve dişilerde sırasıyla; 6,4-15,2 cm, 6,4-15,2 cm ve 6,5-12,3 cm olarak ölçülmüştür. Kotlyar (1981), Dorel (1986) ve Torres vd. (2012)'nin yaptıkları çalışmalarda buldukları boy değerleri bizim bulduğumuz boy değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık türün Atlantik ve Akdeniz formlarının farklılığından ya da farklı av araçlarının kullanılmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Bu farklılıklar örnekleminin yıl boyunca yapılması, tek bir mevsim ya da aylık yapılmasından kaynaklanabilir. Ayrıca farklı yıllardaki beslenme koşullarına ve üreme döneminde olup olmadığına da bağlıdır. Kuzeydoğu Akdeniz'de *H. mediterraneus* ilgili yapılan ilk boy-ağırlık ilişkisi çalışması olması nedeniyle çok önemlidir. Elde edilen *b* değerleri tüm bir yıla değil sadece avlandığı döneme aittir. Bu çalışmanın; türle ilgili yapılacak diğer çalışmalara temel oluşturması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

- Bauchot, M.L. (1987). Poissons osseux. In W. Fischer, M.L. Bauchot and M. Schneider (eds.) Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche. (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Commission des Communautés Européennes and FAO, Rome. p. 891-1421.
- Borges, T.C., Olim, S. & Erzini, K. (2003). Weight-length relationship for fish species discarded in commercial fisheries of the Algarve (southern Portugal). *Journal of Applied Ichthyology*, 19(6): 394-396. doi:10.1111/j.1439-0426.2003.00480.x
- D'Onghia, G., Tursi, A., Marano, C.A. & Basanisi, M. (1998). Life history traits of *Hoplostethus mediterraneus* (Pisces: Beryciformes) from the North-Western Ionian Sea (Mediterranean Sea). *Journal of Marine Biological Association of the U.K.*, 78: 321-339. doi:10.1017/S002531540004011X
- Dorel, D. (1986). Poissons de l'Atlantique nord-est relations taille-poids. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer. Nantes, France. 165 p.
- Filiz, H. & Bilge, G. (2004). Length-weight relationships of 24 fish species from the North Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 431-432. doi:10.1111/j.1439-0426.2004.00582.x
- Erkoyuncu, İ. (1995). Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:15.
- Golani D., Oztürk B. & Başusta N. (2006). Fishes of The Eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey. Pub. Number: 24, 259 p.
- Heemstra, P.C. (1986). Trachichthyidae. p. 410-413. In M.M. Smith and P.C. Heemstra (eds.) Smiths' sea fishes. Springer-Verlag, Berlin.
- İşmen, A., Özen, O., Altınağaç, U., Özekinci, U. & Ayaz, A. (2007). Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. *Journal of applied ichthyology*, 23(6): 707-708. doi:10.1111/j.1439-0426.2007.00872.x
- Jonsson, G. (1992). Islenskir fiskar. Fiolvi, Reykjavik, 568 pp.
- Klauswitz, W. (1994). Comparative studies on the vertical distribution of bathyenthic deep-sea fishes of the Red Sea. *Proc. IPFC* 4:462-468.
- Kotlyar, A.N. (1981). Age and growth of *Hoplostethus atlanticus* Collett and *H. mediterraneus* Cuvier (Trachichthyidae, Beryciformes). *Fishes of the Open Ocean*. Moscow, P.P. Shirshov Institute of Oceanology, 68-88.
- Le Cren, E.D. (1951). The Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219. doi:10.2307/1540
- Merella, P., Quetglas, A., Alemany, F. & Carbonell, A. (1997). Length-weight relationship of fishes and cephalopods from the Balearic Islands (western Mediterranean). *Naga ICLARM Q.* 20(3/4):66-68.
- Petrakis, G. & Stergiou, K.I. (1995). Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21: 465-469. doi:10.1016/0165-7836(94)00294-7
- Ricker, W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-382.
- Sever, T.M., Bayhan, B., Filiz, H., Taşkavak, E. & Bilge, G. (2013). Diet composition of the five deep sea fish from the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30(2): 61-67. doi:10.12714/egejfas.2013.30.2.03
- Torres, M.A., Ramos, F. & Sobrino, I. (2012). Length-weight relationships of 76 fish species from the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Fisheries Research*, 127: 128-171-175. doi:10.1016/j.fishres.2012.02.001
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical analysis 4th Ed. Prentice Hall. New Jersey, 929 p..

DERLEME

REVIEW

Kurutulmuş alglerin besin değeri ve gıda olarak kullanımı

The nutritional value of dried algae and the usage as food

Seda Oğur

Bitlis Eren Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Rahva Yerleşkesi, 13000 Merkez-Bitlis
sdogur@beu.edu.tr

Received date: 30.06.2015

Accepted date: 27.12.2015

How to cite this paper:

Oğur, S. (2016). The nutritional value of dried algae and the usage as food (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 67-79. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.1.10

Öz: Latince "deniz otu" anlamına gelen, deniz yosunları olarak da adlandırılan algler birçok ülkede gıda, tarım, tıp, eczacılık, kozmetik, biyoteknoloji, enerji, kimya sanayi gibi pek çok alanda ve farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Uzak Doğu ve Güney Asya ülkelerinde özelliklerine göre farklı şekillerde kurutulan denizel makroalglerin en önemlileri: Nori, aonori, kombu, hiziki, wakame, mozuku, deniz üzümü, dulse, İrlanda yosunu, kanatlı kelpi, ogo, ogonori ve carola'dır. Güneşte veya yapay kurutucularda kurutulan alglerden daha sonra değişik salatalar, yemekler, çorbalar, soslar ve çaylar hazırlanabilmektedir. Bu derlemede besinsel açıdan oldukça yüksek değere sahip, fakat yeterince önem gösterilmeyen denizel makroalglerin kurutulma yöntemleri, besin değerleri ve kurutulmuş alglerden üretilen farklı gıdalar hakkında bilgi verilmeyle çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kurutulmuş algler, besin değeri, nori, kombu, hiziki, wakame

Abstract: Algae, latin means sea grass, also termed as seaweed, are used in many areas such as food, agriculture, medicine, pharmacy, cosmetics, biotechnology, energy, chemical industry and for different purposes in many countries. The most important of algae, dried differently according to their attributes in Far East and South Asia countries, are; nori, aonori, kombu, hiziki, wakame, mozuku, sea grapes, dulse, Irish moss, winged kelp, ogo, ogonori and carola. Various salads, meals, soups, sauces and teas are prepared from algae dried in the sun or artificial dryers. In this review was aimed to give information about drying method, nutritional value of marine macroalgae and different foods made from dried algae has a very high nutritional value, but not shown enough importance.

Keywords: Dried algae, nutritional value, nori, kombu, hiziki, wakame

GİRİŞ

Algler, birçok sucul canlıının besin kaynağını oluşturmalarının yanında tüm dünyanın ihtiyacı olan fotosentetik karbon ihtiyacının üçte ikisini üretmeleri ve tüm ekosistemin bütünlüğünün korunması açısından oldukça önemlidirler (Özdemir ve Erkmen, 2013).

Birkaç yüzyıldır, Çin, Japonya ve Kore Cumhuriyeti'nde deniz yosunlarının gıda olarak geleneksel bir kullanımı vardır. Bu ülkelerdeki insanların dünyanın her tarafına göç etmesiyle birlikte bu gelenek de onlarla birlikte taşınmış ve bugün deniz yosunlarının tüketimine alışmış olan ülke sayısı artmıştır. Menü'nün ekzotik bir bileşeni olarak kabul edilse de; deniz yosununu Avrupa mutfağına tanıtmak için Fransa'da güçlü bir hareket vardır. Deniz yosunları Japon topluluklarının daha çok olduğu Kaliforniya, Hawai gibi bölgelerde daha fazla kabul görmüştür. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'nın doğu kıyısında, Maine, New Brunswick ve Nova Scotia çevresinde, bazı şirketler özellikle insan tüketimi için kıyıda deniz yosunları yetiştirmekte ve Japonya'ya ihraç etmektedir. İrlanda ve Kuzey İrlanda diyetin geleneksel bir parçası olan deniz yosunlarına

yoğun ilgi göstermektedir. Tüketicilerin bugünkü trendi organik olarak yetiştirilmiş gıdalar ve doğal gıdalar olduğu için deniz yosunları oldukça kabul görmektedir (McHugh, 2003).

Alglerin özellikle endüstriyel amaçlı kullanımları mikro ve makro algler düzeyinde farklılıklar göstermektedir. Mikroalglerin üretiminde (bakteriyel kaynaklarda olduğu gibi) kontaminasyon riski ve hasatlarında yaşanan zorluklar nedeniyle endüstriyel üretimde hammadde olarak daha çok denizel makroalgler (*Porphyra*, *Laminaria*, *Gracilaria* gibi) tercih edilmektedir (Özdemir ve Erkmen, 2013).

Yapılan bir araştırmada Japonya'da kültürü yapılan su ürünlerinin oranlarına bakıldığında en fazla payı %58.3'lük bir oranla algler alırken, ikinci sırada kabuklu deniz hayvanları, üçüncü sırada ise deniz balıkları yer almıştır (Kocataş, 2005).

Algler sanayinin hemen hemen her alanında kullanılmaktadır. Özellikle Uzak Doğu ve Güney Asya ülkelerinde besin maddesi olarak, ayrıca, tıp, eczacılık ile kozmetik sanayiinde, tarımda gübre yapımında geniş bir

kullanım alanı olan algler, doğal olarak toplanmalarının yanı sıra, kültürleri de yapılmakta ve denizlerde de karalar gibi ekilip biçilmektedir. Algler, brom, iyot, organik asitler, monosakkaritler, polisakkaritler, agar, aljinik asit, steroller, proteinler ve vitaminler içermektedirler (Atay, 1984).

Alglerden ilk olarak kozmetik sanayiinde renk maddesi olarak, Roma imparatorluğunda Virjil ve Heros zamanında yararlanılmıştır. Alglerin bilinen en eski kullanım sahası gübre yapımı olup, en çok Uzak Doğu'da kullanılmıştır. Çağımız alg endüstrisinde iyot ve brom bugün yan ürün durumundadır (Cirik, 1981).

Çin'de makroalglerin insan gıdası olarak kullanımının 2500 yıl öncesine dayandığı tahmin edilmektedir (Tseng, 1981). Son yıllarda alg ürünleri tüketiminin Avrupa ülkelerinde de arttığı belirtilmektedir (Dawczynski vd., 2007). Yaklaşık 221 makroalg ticari olarak değerlendirilmekte ve bunların %65'i insan gıdası olarak kullanılmaktadır (Zewke-White ve Ohno, 1999).

Makroalglerin katkı maddesi olarak kullanımı ve hatta tıp alanında kullanımı giderek artmaktadır (Wong ve Cheung, 2000).

Ekonomik öneme sahip deniz algleri üç grup altında toplanmaktadır: Yeşil algler (Chlorophyceae), Kahverengi algler (Phaeophyceae), Kırmızı algler (Rhodophyceae). Agar, Uzak Doğu'da üretilen ilk kırmızı alg ürünüdür ve Avrupa'da sonradan tanınmıştır. Agar gibi kırmızı alglerden elde edilen bir ürün olan karragenan, Avrupa sahillerinde çok eski yıllardan beri marmelatları katılaştırıcı ve benzeri işlerde kullanılmıştır. Daha sonra ise ekstraksiyon yolu ile elde edilen karragenanın kullanıma sahaları ve önemi oldukça artmıştır (Jensen, 1966).

Kırmızı alglerin yanında, kahverengi alglerin de büyük değeri bulunmaktadır. Kahverengi alglerden elde edilen, önemli ürünlerin başında aljinik asit ve aljinatlar gelmektedir. Aljinik asit ve aljinatların Amerika'daki üretimi 1929 yılında başlamış ve endüstri kolu olarak gelişmiştir (Myklestad, 1963).

Alg endüstrisinin kaynak sorunu ile karşılaşmaması için, denizde doğal olarak üreyen alglerden faydalanmanın yanında, bu bitkilerin kültürlerinden de yararlanma yoluna gidilmiştir (Cirik, 1981).

Batı Avrupa ülkeleri ile ABD'de zorunlu periyotlar dışında algler direkt olarak yenmese bile, ekstraksiyonları yapılarak mutfakta tüketilmektedir (Soeder, 1976).

Alglerin Uzakdoğu ülkelerinde, özellikle Japonya'da uzun yıllardan beri tüketildiği bilinmektedir. Kahverengi ve kırmızı algler, yeşil alglerden daha baskındır. *Laminaria*, *Undaria* ve *Hizikia* türleri başlıca kahverengi algler olup, genellikle kurutulmuş olarak satılmaktadır. Deniz algleri taze olarak (salata şeklinde), kurutulmuş olarak, pişirilerek (yemek, çorba, sos şeklinde) değerlendirilmektedir. Japonya'da hazır besin maddesi olarak asoksanari, amonani, kanten, kombu gibi isimlerle satılmakta, ayrıca çay olarak da içilmektedir (Soeder, 1976). Ülkemiz denizlerinde bu amaçlar için kullanılabilir *Ulva*, *Porphyra*, *Gelidium*, *Rhodomenia*, *Laurencia* türü algler

bulunmaktadır (Kaba ve Çağlak, 2006).

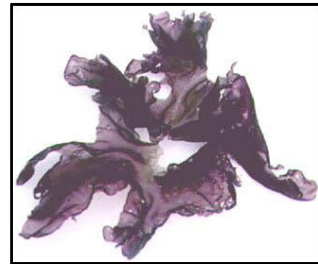
Denizlerimizde dağılım gösteren, bileşimleri yönünden ekonomik önem taşıyan türler üzerinde yapılan biyokimyasal araştırmalarda, bu bitkilerden aljinik asit, agar, karragenan, vitamin B₁₂, bazı organik asitler ve selüloz elde edilmiştir (Güven vd., 1991). Ayrıca hayvan yemi elde edilebilecek, gübre olarak kullanılabilir, kozmetikte faydalanılabilir türlerin kıyılarımızda varlığı saptanmıştır. Algler güzellik enstitüleri tarafından Türkiye'de oldukça yaygın olarak kullanılmakta, alg içeren kozmetik ürünlerinin çeşidi artmaktadır (Atay, 1978).

Alglerin karbonhidrat, protein, lipid, yağ asitleri, gliserol, doğal pigmentler (beta-karoten, astaksantin, ksantofil, fikobilin) ve amino asitlerce (Durmaz vd., 2002) çok zengin oldukları, ayrıca mineral, vitamin, polisakkaritler (Arasaki ve Arasaki, 1983) ve polifenoller gibi antibakteriyel, antifungal ve antiviral özelliğe sahip biyoaktif maddeler (Chandini vd., 2008) içerdikleri tespit edilmiştir. Algler antioksidan vitamin ve pigmentlerin yanı sıra çoklu doymamış yağ asitlerinin de zengin bir kaynağıdır (Gökpinar vd., 2001).

Ülkemizin üç yanı denizlerle çevrili olmasına karşın, makroalglerin kullanım alanları oldukça sınırlı düzeydedir. Türkiye kıyılarında dağılım gösteren makroalglerin kimyasal içeriği ve kullanım olanakları konusundaki çalışmalar ise giderek artış göstermiştir (Çetingül ve Güner, 1996; Bilgin ve Ertan, 2002; Dere vd., 2003; Kaykaç vd. 2008; Polat ve Özoğul, 2008; Polat ve Özoğul, 2009). Nüfusun hızla çoğaldığı, açlık sorununun giderek büyüdüğü günümüzde; besin yönünden önemli bir kaynak olan alglere, gıda sektöründe gereken önemin verilmesi oldukça faydalı olacaktır.

Bu derlemede denizel makroalglerin kurutulma yöntemleri, besin değerleri ve kurutulmuş alglerden üretilen farklı gıdalardan bahsedilmiştir.

Nori veya Mor Laver (*Porphyra* spp.): Japonya, Kore Cumhuriyeti ve Çin'de yetiştiriciliği yapılan nori, Japonya'da listenin başında yer almaktadır (Şekil 1). İnsan besini olarak kullanılan makroalglerden mor laver, dünyada yaklaşık 50 türü içeren, büyük taksonomik gruplardan oluşur ve 20 türü Japonya'da bulunur. *Porphyra* ürününün Japon yetiştiriciliği yaklaşık 400000 ton(yaş)/yıl'dır ve bu boyutları 20x20 cm, ağırlığı 3.5-4g olan yaklaşık 10 milyar nori yaprağına işlenir (Nisizawa, 1987).



Şekil 1. *Porphyra umbilicalis* (numune genişliği yaklaşık 20 cm) (Nisizawa, 1987)

Figure 1. *Porphyra umbilicalis* (width of specimen is about 20 cm) (Nisizawa, 1987)

Yaş *Porphyra*'nın norinin kuru yapraklarına işlenmesi kâğıt yapım işleminin bir adaptasyonuna benzer şekilde oldukça mekanize hale gelmiştir. Kış sezonunda yetişen mor laver, kültür tarlalarından mekanik olarak hasat edilir. Deniz suyu ile yıkanarak kirleticiler ve epifitlerden arındırılır, küçük parçalar halinde kıyılır ve bir bulamaç halinde karıştırılır. Daha sonra hasırlar veya çerçeveler üzerinde dökülür, suyun fazlası uzaklaştırılır ve hasırlar bir kurutucu boyunca ilerler. Konveyör hızı ve sıcaklığın ayarlanmasıyla (40 °C'ye) kuruma oranı dikkatlice kontrol edilir. Yapraklar hasır üzerinden sıyrılır ve satış için on demet halinde paketlenir. Bu ürün kendisini kızartılmış olan "yaki-nori"den ayırmak için "hoshi-nori (kuru laver yaprağı)" olarak isimlendirilir. Yaki-nori önceden kızartılıp kapalı paketlerde satılan, soya sosu, şeker, sake ve baharat karışımı sürelererek kullanılan noridir. Hoshi norinin bir kısmı kavrulmuş veya tatlandırılmış laver ürünlerine dönüştürülür. Çabuk çorba, reçel ve şarap gibi nori katkılı yiyecekler piyasaya da sunulmuştur (Şekil 2) (Nisizawa, 1987).



Şekil 2. Laver ve tost (Anonim, 2015a)
Figure 2. Laver and toast (Anonim, 2015a)

Nori, %30-50 protein içeriği ve bunun da yaklaşık %75'inin sindirilebilir olması ile en besleyici deniz yosunları arasındadır. Şeker içeriği düşük (%0,1) ve A vitamini, C vitamini, niasin ve folik asitin önemli miktarlarına sahip olup, vitamin içeriği oldukça yüksektir (Chapman ve Chapman, 1980). Norinin karakteristik tadı alanin, glutamik asit ve glisin amino asitlerinden oluşmaktadır (Fleurence, 1999).

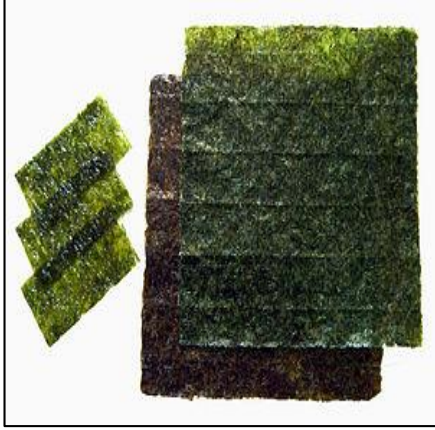
Hoshi norinin besin değeri, kontrollü koşullar altında imal edildiği takdirde, hemen hemen taze lavere yakındır. Protein içeriği açısından zengin ve yağ içeriği diğer alglerle karşılaştırıldığında nispeten yüksektir (Kanazawa, 1963; Noda, 1971). Hoshi nori vitamin açısından, askorbik asit, özellikle B₁₂ vitaminince zengindir (Tablo 1) (Noda vd., 1975).

Tablo 1. Mor laverin (100 g) besin değeri (USDA, 2015)
Table 1. Nutritional value of purple laver (per 100 g) (USDA, 2015)

Enerji	35 kcal
Karbonhidrat	5.11 g
Diyetel lif	0.3 g
Yağ	0.28 g
Protein	5.81 g
Su	85.03 g
A vitamini ekuvalent	260 µg
Tiamin (B ₁)	0.098 mg
Riboflavin (B ₂)	0.446 mg
Niasin (B ₃)	1.470 mg
Folat (B ₉)	146 µg
C vitamini	39.0 mg
E vitamini	1.00 mg
K vitamini	4.0 µg
Kalsiyum	70 mg
Demir	1.80 mg
Magnezyum	2 mg
Fosfor	58 mg
Potasyum	356 mg
Sodyum	48 mg
Çinko	1.05 mg

Galler'de laver, geleneksel bir Gal yemeği olan laver ekmeği (bara lafwr veya bara lawr) yapımında kullanılmaktadır. Laver ekmeği yapmak için, deniz yosunu birkaç saat kaynatılır, daha sonra kıyılır ve püre haline getirilir. Jelatinimsi macun bu haliyle satılabilir veya yulaf ezmesine haddelenebilir, genellikle kızartmadan önce yulaf ezmesiyle kaplanır. Laver ekmeği geleneksel olarak Gal kahvaltısının bir parçası olarak pastırma ve cockles ile kızartılarak yenir. Ayrıca, kuzu eti, yengeç, maymun balığı vb. yiyeceklerle eşlik edecek bir sos ve laver çorbası (cawl lafwr) yapmak için de kullanılmaktadır. Galler'e ek olarak kuzey Devon'daki Bristol Kanalı genelinde, özellikle Exmoor kıyısı çevresinde, Lynmouth, Combe Martin ve Ilfracombe çevresinde laver ekmeği yenmektedir. Kuzey Devon'da genellikle yulaf ezmesiyle pişirilmez ve "Laver" (lay-ver) olarak adlandırılır (Anonim, 2015a).

Norinin en çok kullanıldığı alan sushidir (Şekil 3). Bir başka metotta, nori kısa bir süre pişirildikten sonra küçük parçalar halinde kesilir ve haşlanmış pirinç ya da şehriyenin üzerine serpilir. Ayrıca soya sosunda kaynatılarak konserve yapılan tsukudani aonori lüks bir yemek olarak bilinir. Norinin başka bir kullanım alanı ise, onigiri adı verilen pirinç sandviçleridir. Nori reçel ve şarap için hammadde olarak kullanılmakta, ürünlere de nori reçeli veya nori şarabı denmektedir. Çin'de nori, çorba yapımında ve kızgın yağda kızartılarak baharatlı yiyeceklerin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Nisizawa, 1987).



Şekil 3. Nori tabakaları (Anonim, 2015b)
Figure 3. Nori sheets (Anonim, 2015b)

Aonori veya Yeşil Laver (*Monostroma* spp. ve *Enteromorpha* spp.): İnsan besini olarak kullanılan bir diğer makroalg Aonori, deniz marulu (*Ulva*) veya gerçek yeşil laver (*Enteromorpha*) ve *Monostroma* gibi çeşitli yeşil deniz yosunları karışımının ticari adıdır (Şekil 4). Bu yeşil yosunlardan *Monostroma latissimum* ve *Enteromorpha prolifera* günümüzde Japonya'da ticari amaçlarla yetiştirilmektedir. Kore Cumhuriyeti'nde de *Enteromorpha* yetiştiriciliğine teşebbüs edilmiştir, fakat sınırlı başarı elde edilmiştir. *Monostroma latissimum* Japonya'nın güney bölgelerindeki koylarda ve körfezlerde, genellikle üst kıyı bölgesinde doğal olarak oluşmaktadır. Koylarda ve nehir ağızları gibi yerlerde bulunan sığ ve sakin sularda yetiştirilebilir, fakat *Porphyra* gibi, yüzen salların kullanımıyla derin sularda da büyüyebilir (Nisizawa, 1987).



(a)



(b)

Şekil 4. a) *Enteromorpha intestinalis* (Nisizawa, 1987), b) *Ulva lactuca* (Anonim, 2015c)
Figure 4. a) *Enteromorpha intestinalis* (Nisizawa, 1987), b) *Ulva lactuca* (Anonim, 2015c)

Her iki tür Avrupa ve Kuzey Amerika'yı içeren dünyanın diğer kısımlarında da bulunur. Yaklaşık %20-26 protein, biraz yağ ve %19-23 mineral madde içermektedirler (Yamamoto, 1982). Düşük sodyum, yüksek demir ve kalsiyum içerir. B grubu vitamin içeriği genellikle birçok sebzeden daha yüksektir ve A vitamini de yüksek miktarda bulunmaktadır içeriği de yüksek değerdedir. Doğal kaynaklarda yetişir ve buralardan toplanır, fakat dikkatli şekilde yetiştiriciliğinin yapılmasıyla daha tekdüze ve daha iyi renk (yeşil iyi, koyu yeşil daha iyi) elde edilebilir (Nisizawa, 1987).

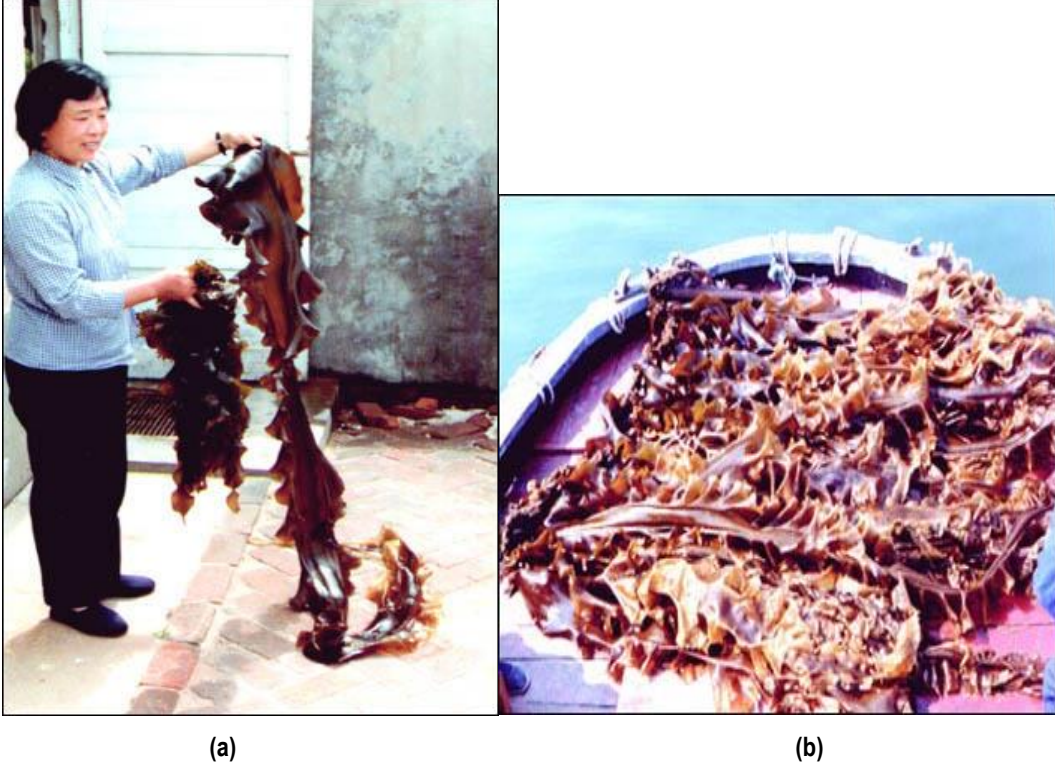
Yeşil laver ve *Monostroma*, hasat edilmesinin hemen ardından içme suyuyla yıkanır, güneşte ya da kurutucuda geniş tepşilerde kurutulur. Flavoru geliştirmek için hafifçe kızartılır. Aonorinin bir kısmı pazara bu formda gelir. Bir kısmı da toz haline getirilir veya küçük parçalar halinde ezilir ve bir garnitür olarak kullanılabilir. Haşlanmış pirinç üzerinde ve çorbalarda çeşni olarak kullanılır. Ayrıca, *Monostroma*, soya sosu ve şeker ile kaynatılarak konserve olarak işlenir. Kurutulmuş aonorinin bir kısmı, şeffaf folyoya sarılmış olarak, pazarda ya da marketlerde

satışa sunulur (Nisizawa, 1987).

Kombu veya Haidai (*Laminaria japonica*): Kombu, *Laminaria* türünün bir karışımından türetilen kurutulmuş deniz yosununun Japonca ismidir. Bunlar içerisinde *L. longissima*, *L. japonica*, *L. angustata*, *L. coriacea* ve *L. ochotensis* bulunmaktadır. Hepsi doğal kaynaklardan, çoğunlukla Hokkaido'nun kuzey adasından toplanmakta; yaklaşık %10'u Honshu'nun kuzey kıyılarından gelmektedir. Kombu en çok; *Laminaria japonica*, *Laminaria angustata* türlerini içerir. Kombu bir enerji kaynağı olarak düşünülmüştür ve yetiştiriciliği başarıyla yapılmaktadır. Çin'de elde edilen kombunun %32'si aljinat üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Nisizawa, 1987).

Haidai, 1920'lerin sonunda Japonya'dan Çin'e kazara tanıtılan bir deniz yosunu olan *Laminaria japonica*'nın Çince ismidir. Daha önce, Çin bütünü ihtiyacını Japonya ve Kore Cumhuriyeti'nden ithal etmekteyken; sonraları bu deniz yosunu Çin'de oldukça fazla yetiştiril hale gelmiştir. *Laminaria japonica* Kore Cumhuriyeti'nde doğal olarak büyümekte, fakat Koreliler

wakame (*Undaria pinnatifida*)'yi daha çok tercih ettiği için yetiştiriciliği daha az yapılmaktadır (Şekil 5) (Nisizawa, 1987).



Şekil 5. Taze *Laminaria japonica* ve *Undaria pinnatifida* ((a)'daki daha uzun parça ve (b)) (Nisizawa, 1987)
Figure 5. Fresh *Laminaria japonica* and *Undaria pinnatifida* (longer piece on (a) and (b)) (Nisizawa, 1987)

Japonya'da bütün haldeki deniz yosunları deniz suyuyla yıkanır, 1m uzunluğundaki parçalara kesilir, katlanır ve genellikle güneşe serilerek, toprak üzerinde çakıl taşları ile kaplı olarak kurutulur ve daha sonra balyalar halinde paketlenir (Şekil 6). Ancak, gerekirse bir kurutucuda da kurutulabilir. Bu ürüne "suboshi kombu" denir ve yerel balıkçılık kooperatifine teslim edilir (Nisizawa, 1987).



Şekil 6. *Laminaria japonica*'nın güneşte kurutulması (Nisizawa, 1987)
Figure 6. Drying of *Laminaria japonica* in the sun (Nisizawa, 1987)

Çin'de, haidai, özellikle kışın yeşil sebzelerden korkulan kuzeyde, mineral ve vitamin içeriği sebebiyle sağlıklı bir sebze olarak kabul edilmektedir. Genellikle diğer ingrediyenlerle birlikte çorbada pişirilir. Japonya'da ringa veya dilimlenmiş somonla servis edilen, terbiye edilmiş ve pişirilmiş kombu gibi günlük gıdalarda kullanılır (Şekil 7) (Nisizawa, 1987).



Şekil 7. Kombu tabakası (Anonim, 2015d)
Figure 7. Kombu sheet (Anonim, 2015d)

Suboshi kombu, koyu yeşil rengini vermesi için bir boyanın (malakit yeşili) kaynayan solüsyonu içerisine yerleştirilip muamele edilebilir, sonra kısmen kurutulur ve ardından bir rende ile rendelenir, buna aokombu veya yeşil kombu denmektedir (Nisizawa, 1987).

Tuzlanmış kombu yapımında, yüksek kaliteli suboshi kombu, kare parçalar ya da dikdörtgen parçalar halinde kesilir. Bunlar baharat veya soya sosu, mirin (bir çeşit tatlı japon içkisi) ve şekerle suyun büyük çoğunluğu buharlaşınca kadar kaynatılır ve daha sonra kurutulur. Bu ürüne Shio kombu denir. Genel olarak *Laminaria japonica*'dan yapılmaktadır. *Laminaria angustata*'dan elde edilen suboshi kombu, soya sosuyla ve bazı baharatlarla kaynatılır. Kaynatma işlemi su tamamen buharlaşınca kadar devam eder ve tuzlu, sertimsi bir kombu ürünü elde edilir. Buna tsukudani kombu adı verilmektedir (Şekil 8) (Chapman ve Chapman, 1980).

Doğranmış kombu yapımında, suboshi kombu şeritler halinde doğranır ve soya sosuna batırılarak kombu turşusu elde edilir. Bu ürün genellikle doğranmış kuru mürekkep balığı ve ringa balığı ile karıştırıldıktan sonra, soya sosu ile tatlandırılan Mitsumame kombu'ya benzer. Doğranmış kombuya ise Kizami kombu denir (Chapman ve Chapman, 1980).

Dilimli kombu, *Laminaria japonica*'dan elde edilen suboshi kombunun, sirkeye batırılarak yumuşatılması ve bıçakla dilimlenmesi ile elde edilir. İnce geniş dilimler Oboro kombu adını alır. Yaprığın daha kalın ve açık sarımsı kalan orta kısmına Battera kombu denir (Chapman ve Chapman, 1980).

Rulo kombu, *Laminaria angustata*'dan ve *Laminaria longissima*'dan elde edilen suboshi kombunun dikdörtgenler halinde kesilip, kağıt rulo şeklinde sarılmasıdır. Daha sonra ürün kurutulmuş saptan yapılan ipe bağlandıktan sonra, soya sosu ve şekerden oluşan bir karışım ile kaynatılır. Ürüne kombumaki adı verilir (Chapman ve Chapman, 1980).



Şekil 8. Kombudan yapılan bir tsukudani tabağı (Anonim, 2015d)
Figure 8. A dish of tsukudani made from kombu (Anonim, 2015d)

Yüksek kaliteli *Laminaria japonica* yaprakları sıcak hava ile kurutulup öğütülür. İstenirse az miktarda tuz veya şeker ilave edilebilir. Kombu çayı olarak tüketilir. Kombu reçel ve içki yapımında da kullanılmaktadır (Chapman ve Chapman, 1980).

Laminaria türü yaklaşık %10 protein, %2 yağ ve noridekinden daha düşük olsa da vitamin ve mineralleri de

yararlı miktarda içermektedir. Örneğin; norideki vitamin ve niasin miktarının onda birine, B1 vitamini miktarının yarısına, fakat demir miktarının üç katına sahiptir. Kahverengi deniz yosunları nori ve diğer kırmızı deniz yosunlarında eksik olan iyotu da içermektedir (Nisizawa vd., 1987).

Kombu mineral, vitamin, aminoasit (özellikle askorbik asit ve glutamik asit) içeriği ve EPA (eikosapentaenoik asit) oranı (%20-25) bakımından zengindir (Fujiwara vd., 1984).

Kombu umamiden sorumlu bir amino asit olan glutamik asidin iyi bir kaynağıdır. Çeşitli gıda maddelerinin kombu içerisine eklenmesi glutamik asiti veya glutamatları sağlamaktadır (Anonim, 2015d).

Suboshi kombu, çeşitli balık ezmeleri ve bitki kökleri ile birlikte pişirilmiş olarak satılır, ayrıca çorbası yapılır. Kombumaki, kurutulmuş ringa ya da dilimlenmiş somon balığı ile birlikte pişirilir. Baharatlanmış ve dilimlenmiş kombu süsde kullanılır. Ayrıca kombu tozu buğday unu ile karıştırılarak, tabletler ve yuvarlak tanecikler şeklinde satılır (Nisizawa, 1987).

Wakame, quandai-cai (*Undaria pinnatifida*): Japonya'da wakame ürünleri çoğunlukla *Undaria pinnatifida*'dan yapılmaktadır (Şekil 9). *Undaria pinnatifida* Japonya, Kore Cumhuriyeti ve Çin'in ılıman bölgelerindeki kayalık kıyılarda ve koylarda oluşan kahverengi bir deniz yosunudur. Wakame yetiştiriciliği Fransa'da da yapılmaktadır (Nisizawa, 1987).

Wakame bir deniz sebzesi ya da yenilebilir deniz yosunudur. Wakame yaprakları yeşil ve hafif tatlı bir tada ve satenimsi tekstüre sahiptir. Yapraklar pişme sırasında genişleyebileceği için küçük parçalar halinde kesilmelidir (Anonim, 2015e).



Şekil 9. *Undaria pinnatifida*, kuru numune (Çin) (Nisizawa, 1987)
Figure 9. *Undaria pinnatifida*, dried specimen (China) (Nisizawa, 1987)

Wakame hasat edildikten sonra deniz suyuyla, ardından içme suyuyla yıkanır, yaprağın merkezi orta damarı çıkarılır ve parçalar güneşte ya da sıcak havalı kurutucuda kurutulur, buna suboshi wakame denmektedir.

Ancak, çeşitli enzimler hala aktif olduğu için bu ürün depolama sırasında genellikle solmaktadır. Bunu bertaraf

etmek için, taze wakamenin odun ya da saman külleriyle karıştırıldığı, 2-3 gün yere yayıldığı ve sonra karanlıktaki plastik poşetlere yerleştirildiği başka bir işlem uygulanır. Külün alkaliliği enzimleri inaktive etmektedir. Bitkiler önce deniz suyuyla, sonra tuzu ve külü uzaklaştırmak için içme suyuyla yıkanır, orta damarı çıkarılır ve parçalanıp kurutulur. Bu haiboshi wakame'dir ve derin yeşil rengini uzun bir süre muhafaza eder (Nisizawa, 1987).

Ağartılmış ve tuzlu wakame ana wakame ürünüdür. Taze wakame 80 °C'deki suyun içerisine 1 dk daldırılır ve soğuk suda hızlı bir şekilde soğutulur. Her 100 kg deniz yosunu için yaklaşık 30 kg tuz karıştırılır ve 24 saat boyunca depolanır. Bu işlem wakameyi kurutur, fazla suyunu uzaklaştırır ve -10 °C'de

depolanır. Paketlenmek için hazır olduğunda depodan alınır, orta damarları uzaklaştırılır ve parçalar satış için plastik poşetlere yerleştirilir. Bu ürün taze yeşil renklidir ve düşük sıcaklıklarda depolandığında uzun bir süre bu rengini korur (Nisizawa vd., 1987).

Japonya'da tuzlanan wakame suda bekletilerek hızlı bir şekilde tuzundan arındırılır, çeşitli çorbaların (özellikle miso çorbası) yapımında ve sulu yemeklerde kıvam arttırıcı olarak kullanılır. Ayrıca, taze olarak, soya sosu ile karıştırılarak çiğ salata (tofu salatası) şeklinde ya da haşlanarak üzerine sirke, şeker ve soya sosu eklenerek tüketilir (Şekil 10) (Nisizawa, 1987; Anonim, 2015e).



(a)

(b)

(c)

Şekil 10. a) Tofu, wakame ve scallion içeren Japon miso çorbası, b) *Miyeok guk* (wakameyle yapılan bir Kore çorbası), c) Sardalyalı wakameden oluşan Japon mezesi (Anonim, 2015e)

Figure 10. a) Japanese miso soup with tofu, wakame and scallion, b) *Miyeok guk* (a Korean soup made with wakame), c) A Japanese dish consisting of wakame with sardines (Anonim, 2015e)

Deniz yosunu salatası olarak da bilinen Goma wakame, Amerikan ve Avrupa suşi restoranlarında popüler bir mezedir. Literatürde "susam deniz yosunu" anlamına gelmektedir ve susam tohumları gibi genellikle tarife dahil edilir (Anonim, 2015e).

Dilimlenmiş wakamede ise, yudoshi-enzo wakame, tuzunun akıtılması için tatlı su ile yıkanır, santrifüj ile fazla suyu uzaklaştırılır, mekanik olarak küçük parçalara ayrılarak kurutucuda kurutulur. Kesilen yapraklar, üniform büyüklükte sınıflandırılarak plastik filmler içinde paketlenir ve satışa hazır hale getirilir (Yamanaka ve Akiyama, 1993).

Wakame, nori ve kombudan daha yüksek bir diyetel lif içeriğine sahiptir. Diğer kahverengi deniz yosunları gibi yağ içeriği oldukça düşüktür. Açık havada kurutulmuş wakamenin vitamin içeriği yaş wakameninkine benzer ve B grubu vitaminlerince, özellikle niasince nispeten zengindir, ancak işlenmiş wakame ürünleri vitaminlerinin çoğunu kaybetmektedir (Nisizawa, 1987).

Wakamede demir, magnezyum ve bakır miktarı, kombu ve hizikiye oranla daha fazladır. Kalsiyum ve fosfor içeriği, haiboshi ve dilimlenmiş wakamede nispeten yüksek, yudoshi-enzo wakamede ise, sodyum içeriği yüksektir. Amino asit içeriği açısından alanin, glisin, prolin ve serin miktarı, aspartik ve glutamik asite oranla daha fazladır. Söz konusu amino asitlerin

varlığı wakamenin kendine özgü lezzetini oluşturur. Suboshi wakame, vitamin içeriği açısından zengin ve hemen hemen işlenmemiş yapraklardaki vitamin miktarına sahiptir, haiboshi wakame de nispeten vitamin açısından zengindir. Bununla birlikte diğer işlenmiş ürünlerde vitaminlerin önemli bir bölümü yok olmuştur. Kombu ve hizikiye zıt olarak, wakamede toplam yağın yağ asidi içeriğinin önemli bir kısmını palmitik ve oleik asit oluşturur (Tablo 2) (Nisizawa, 1987).

Tablo 2. Çiğ wakame (100 g)'nin besin değeri (USDA, 2015)

Table 2. Nutritional value of wakame, raw (per 100 g) (USDA, 2015)

Enerji	45 kcal
Karbonhidrat	9.14 g
Şekerler	0.65 g
Diyetel lif	0.5 g
Yağ	0.64 g
Protein	3.03 g
Tiamin (B ₁)	0.06 mg
Riboflavin (B ₂)	0.23 mg
Niasin (B ₃)	1.6 mg
Pentotenik asit (B ₅)	0.697 mg
Folat (B ₉)	196 µg
C vitamini	3 mg
E vitamini	1 mg
K vitamini	5.3 µg
Kalsiyum	150 mg
Demir	2.18 mg
Magnezyum	107 mg
Manganez	1.4 mg
Fosfor	80 mg
Sodyum	872 mg
Çinko	0.38 mg

Hiziki (*Hizikia fusiformis*): Hiziki, Japonya'da insan besini olarak kullanılan makroalglerden elde edilen tipik bir besin maddesidir ve *Hizikia fusiformis*'ten yapılır. *Hizikia fusiformis* wakame ve kombudan daha ince bir yaprak yapısına sahip olan kahverengi deniz yosunudur (Şekil 11). Japonya'da doğal olarak toplanmakta ve Kore Cumhuriyeti'nde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Kore Cumhuriyeti'ndeki üretimin yaklaşık %90'ı işlenmekte ve Japonya'ya ihraç edilmektedir (Nisizawa, 1987).



Şekil 11. *Hizikia fusiformis* (yetiştirilmiş olgun bitkiler) (Sohn, 1998)
Figure 11. *Hizikia fusiformis* (mature plants from cultivation) (Sohn, 1998)

Hasat edildikten sonra, deniz suyuyla yıkanır (Şekil 12) ve güneşte kurutularak (Şekil 13) suboshi hiziki elde edilir. Güneşte kurutulmuş hiziki yerel kooperatiflerden toplanır ve daha sonra işleyecek firmalara satacak olan toptancılara açık arttırma ile satılır (Nisizawa, 1987).



Şekil 12. *Hizikia fusiformis*'in yıkanması (Cheju Adası, Kore Cumhuriyeti) (Nisizawa, 1987)
Figure 12. Washing *Hizikia fusiformis* (Cheju Island, the Republic of Korea) (Nisizawa, 1987)

Ancak bu ürün, buruk bir tadı olmasından dolayı, doğrudan besin maddesi olarak kullanılmaz (Nisizawa, 1987). Hiziki çok koyu renklidir ve büzücü ve acı bir tat veren florotannin pigmentini olağan miktarından daha yüksek miktarda içerdiğinden işlemenin ilk aşamasında hiziki miktarının 1/10'u kadar başka kahverengi deniz yosunu (*Eisenia bicyclis* veya *Ecklonia cava*) eklenip 4-5 saat suda kaynatılır. Kaynatma işlemi bazı pigmentlerin hizikiden uzaklaştırır ve *Eisenia* veya *Ecklonia* eklemenin rengi yerine getirdiği bulunmuştur. Kaynatmadan sonra, deniz yosunu florotanninin uzaklaştırılması için 4-5 saat buharda pişirilir. Haşlanan hiziki küçük parçalar halinde (yaklaşık 5 cm) kesilir ve tekrar güneşte kurutulur. Bu ürüne hoshi hiziki denir (Sohn, 1998).



Şekil 13. Güneşte kurutulan *Hizikia fusiformis* (Cheju Adası, Kore Cumhuriyeti) (Nisizawa, 1987)
Figure 13. Sun drying *Hizikia fusiformis* (Cheju Island, the Republic of Korea) (Nisizawa, 1987)

Hoshi hiziki, haşlanmış ya da yağda kavrulmuş ve püre haline getirilmiş soya fasulyesi ve bazı sebzelerle, özellikle havuç ile karıştırılıp, soya sosu ve şekerle tatlandırılarak pişirilir ve satışa sunulur. Buğday unu ile karıştırılan hoshi hiziki tozu olarak piyasada da mevcuttur. Diğer bir kullanım alanı ise, hoshi hizikinin suda haşlanmasıyla elde edilen ve dashi adı verilen suyun, yemek ya da çorba yapımında kullanılmasıdır. Ayrıca, hoshi hiziki, soya sosu, şeker ve pirinç şarabı ilavesiyle haşlanır ve bu karışım haşlanmış pirinç ile birlikte servis edilir (Şekil 14) (Nisizawa, 1987).



Şekil 14. Chazuke (solda) ve chikuwa (sağda) ile kaynatılmış hiziki (üstte) (Anonim, 2015f)
Figure 14. Simmered hijiki (top) with chazuke (left) and chikuwa (right) (Anonim, 2015f)

Vitaminlerin çoğu çiğ deniz yosununun işlenmesi sırasında tahrip olmasına rağmen; protein, yağ, karbonhidrat ve vitamin içeriği, bunların kombudaki miktarları ile benzerdir. Demir, bakır ve manganer içerikleri nispeten yüksek, kombudan kesinlikle daha yüksektir. Birçok kahverengi deniz yosunu gibi, yağ içeriği düşüktür (%1.5), fakat yağ asitlerinden %20-25'i eikosapentaenoik asit (EPA)'tır (Nisizawa, 1987; Nisizawa vd., 1987).

Mozuku (*Cladosiphon okamuranus*): Mozuku (*Cladosiphon okamuranus*) Japonya'nın güney adasının daha tropikal iklime sahip doğal popülasyonundan hasat edilen kahverengi bir deniz yosunudur (Kagoshima ve Okinawa Vilayetleri) (McHugh, 2003).

Hasat edilen deniz yosunlarının güneşten korunması gerekir. Piyasa için işlenmesi, temizleme ve %20-25 tuzla tuzlanması içermektedir. Yaklaşık 15 gün boyunca kuruması için depolanır, süzülür ve 250 g ve 18 kg arasında değişen paketlerde ıslak, tuzlu halde satılır. Tuzunu uzaklaştırmak için yıkanır, taze bir sebze olarak kullanılır, soya sosu ile ve deniz yosunu salatasında yenir (Şekil 15) (McHugh, 2003).



Şekil 15. Japon mozuku tabağı (Anonim, 2015g)
Figure 15. Japanese mozuku dish (Anonim, 2015g)

Mozukunun bir çoğu halk tarafından yetiştirilmekte ve işleme fabrikalarına satılmaktadır. Mozukunun temel kullanımı gıda olarak ve Fukoidan olarak isimlendirilen sülfatlanmış polisakaritlerin bir tipinin kaynağı olarak sağlık takviyelerine yardım ederek kanser tedavisinde kullanılmasıdır (Anonim, 2015g).

Deniz üzümü veya yeşil havyar (*Caulerpa lentillifera*): *Caulerpa* cinsinin birçok türü vardır, fakat *Caulerpa lentillifera* (Şekil 16) ve *C. racemosa* en popüler yenilebilir olanlardır. Her ikisi de üzüm benzeri görünümüne sahip ve taze salata olarak kullanılmaktadır. Mactan Adası, merkezi Filipinler ve Cebu'daki *C. lentillifera* gölet yetiştiriciliği, Cebu ve Manila'daki pazarlarla ve Japonya'ya bazı ihracatlarla çok başarılıdır (McHugh, 2003).



Şekil 16. *Caulerpa lentillifera* (Filipinler) (Anonim, 2015h)
Figure 16. *Caulerpa lentillifera* (the Philippines) (Anonim, 2015h)

Hasat edilen bitkiler kumu ve çamuru uzaklaştırmak için deniz suyu aracılığıyla yıkanır, sonra gözden geçirilir, sıralanır ve 100-200 g şeklinde paketlere yerleştirilir. Bunlar soğutulursa ve nemli tutulursa 7 gün boyunca taze kalırlar. Yerel tüketim için veya Metro Manila'ya hava yoluyla taşınmada deniz yosunu muz yaprakları ile kaplı sepetlere doldurulur. 20-30 kg deniz yosunu yaprakların üzerine yerleştirilir, sepetin üstü daha çok muz yaprağı ile kaplanır ve sepete sabitlenecek plastik bir torba ile kapatılır (McHugh, 2003).

C. lentillifera Okinawa'da da yenmekte ve umi-budo olarak bilinmektedir (Şekil 17) (Anonim, 2015h).



Şekil 17. Okinawa tarzı servis edilen umi-budo (Anonim, 2015h)
Figure 17. Umi-budo served Okinawan style (Anonim, 2015h)

Dulse (*Palmaria palmata*): Dulse, derimsi yapraklara sahip kırmızı bir algdır (Şekil 18). Çoğunlukla İrlanda'da ve doğu Kanada'daki Fundy Koyu'nun kıyısında hasat edilmektedir (McHugh, 2003).



Şekil 18. Dulse, *Palmaria palmata* (Nisizawa, 1987)
Figure 18. Dulse, *Palmaria palmata* (Nisizawa, 1987)

Taze dulse kayalardan uzaklaştırılıp güneşte kurumadan önce doğrudan yenilebilir (Anonim, 2015i). Toplandıktan sonra, deniz yosunu 6-8 saat güneşte kuruması için yere serilir. Eğer hava uygun değilse birkaç günlüğüne deniz suyunda depolanır, fakat çok geçmeden bozulabilir. Bütün dulse satış için, torba başına 50 g olacak şekilde, plastik poşetlere doldurulur. Daha alt kalitedeki dulse, genellikle zayıf kuruduğu için, pul haline veya baharat olarak kullanmak için toz haline getirilir, bazen mısır cipslerine eklenir. Nova Scotia ve Maine'de kurutulmuş dulse, tuzlu bir kokteyl atıştırmalığı ve susattığı için bar sahipleri

tarafından genellikle ücretsiz olarak servis edilmektedir (Şekil 19) (McHugh, 2003). İzlanda'da gelenek, tereyağı ile birlikte yemektir. Çabucak tavada kızartılarak cips haline getirilir, peynirle, salsayla veya kaplanarak fırında pişirilir veya kısa bir süre mikrodalgada tutulur. Çorba, chowders, sandviç ve salatalarda kullanılır veya ekmek/pizza hamuruna eklenir. İnce doğranmış halde, et tabağında, chili gibi monosodyum glutamatın yerine tat geliştirici olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2015i).



Şekil 19. Kurutulmuş dulse (Anonim, 2015i)
Figure 19. Dried dulse (Anonim, 2015i)

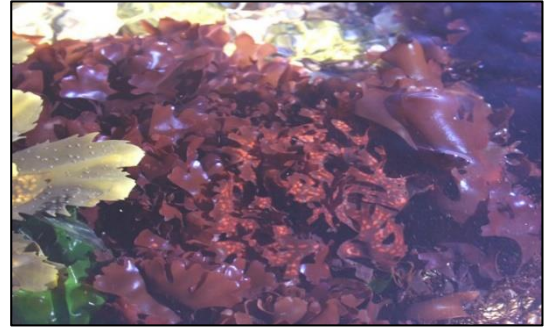
Dulse, genellikle İrlanda, İzlanda, Atlantik Kanada ve Kuzeydoğu Birleşik Devletler'de gıda ve ilaç olarak kullanılmaktadır. Birçok sağlıklı gıda mağazasında veya balık pazarlarında bulunmakta ve direkt olarak yerel distribütörlerden sipariş edilebilmektedir. Kuzey İrlanda'daki Ballycastle'da geleneksel olarak Ould Lammas Fuarı'nda satılmaktadır. Özellikle Causeway Sahili boyunca popülerdir. Antrim İlçesi'nden Donegal İlçesi'ne kadar Ulster kıyı şeridi boyunca, atıştırmalıklar gibi kurutulmuş ve pişmemiş şekilde içki partilerinde yenir. Dulsenin özellikleri tat geliştiricilere benzediği için yemek pişirmede bu amaçla kullanılır. İrlanda'nın kuzey sahilinde genellikle "dillisk" olarak adlandırılır. Dillisk genellikle kurutulmakta ve Cezayir menekşesi satıcıları tarafından sahil kasabesindeki tezgahlarda atıştırmalık olarak satılmaktadır (Anonim, 2015i).

İrlanda'da ambalajlanmış halde satılan dulse, düz yapraklarının koyu kırmızı demetleri gibi görünmektedir. Tütün çiğneme gibi çiğ olarak yenmekte veya patates ile çorbada veya balık yemeklerinde pişirilmektedir (McHugh, 2003).

Dulse minerallerin iyi bir kaynağıdır, demir içeriği çok yüksektir ve insan beslenmesinde gerekli olan tüm iz elementleri içermektedir. Vitamin içeriği ıspanak gibi bir sebzededen bile daha yüksektir. Kanada'da bir şirket tanklar içinde yetiştirmekte ve ticari ismi "Deniz Maydonozu" ile bir deniz sebzesi olarak teşvik etmektedir. Bu normal dulse

bitkilerinin bir çeşidi olan, fakat normalde düz bitkiden türemiş küçük süslü çıkıntılar şeklindedir (McHugh 2003). Dulse guarı önleyen iyot içermektedir (Anonim, 2015i).

İrlandalı moss veya karragenan moss (*Chondrus crispus*): İrlandalı moss'un İrlanda'daki ve Avrupa'nın bir kısmındaki gıdalarda kullanımı uzun bir tarihe sahiptir. Bu yosun olduğu gibi yenmez, fakat karragenan içeriğinin bir sonucu olarak, suda kaynatıldığında koyulaştırıcı gücü için kullanılır. Geleneksel bir vanilya aromalı puding olan blanchmange yapımında kullanılması buna bir örnektir. Doğu Kanada'da bir şirket *Chondrus crispus*'un bir suşunu yetiştirmekte ve Japonya'ya, diğer geleneksel Japon deniz yosunlarına benzeyen sarı bir deniz yosunu olan, "hana nori" olarak pazarlamaktadır. Japon pazarına ilk olarak 1996 yılında girmiş olan kuru ürünün, kullanıcılar tarafından yeniden yapılandırılmasıyla, 1999'un sonunda iyi bir satış elde ettiği kaydedilmiştir. Bu yosun deniz yosunu salatasında, saşimi garnitürleri ve bir çorba ingrediyesi olarak kullanılmaktadır (Şekil 20) (McHugh, 2003).



Şekil 20. *Chondrus crispus* (Anonim, 2015k)
Figure 20. *Chondrus crispus* (Anonim, 2015k)

Chondrus crispus genellikle dondurma gibi süt ürünlerinde ve öğle yemeği etini içeren işlenmiş gıdalarda kalınlaştırıcı ve stabilizör olarak kullanılan karragenanın endüstriyel bir kaynağıdır. Avrupa'da E407 veya E407b olarak belirtilmektedir. Ayrıca, basma kumaşta bir koyultma maddesi olarak ve bira veya şarapta durultma için kullanılabilir. İrlandalı moss sıklıkla *Mastocarpus stellatus* (*Gigartina mammillosa*), *Chondracanthus acicularis* (*G. acicularis*) ve büyümede ilişkili olduğu diğer deniz yosunlarıyla karıştırılmaktadır. Karragenan ve agar-agar Asya'da badem jeli gibi jelatin benzeri tatlılar için de kullanılmaktadır. Halen karragenanın en önemli kaynağı *Kappaphycus* ve *Eucheuma* cinslerinin tropikal deniz yosunlarıdır (Bixler ve Porse, 2011).

İskoçya bölgelerinde (İskoçya Gal bölgesindeki Cairgean olarak bilinen bölgede) ve İrlanda'da, önce vanilya, tarçın, brandi veya viski gibi diğer tatlandırıcılar ve şeker eklenip sütte kaynatılır ve süzülür. Son ürün pannacotta, tabyoka veya blanchmange benzeri jölenin bir türüdür. Aynı şekilde Jamaika, Trinidad ve Tobago'da afrodizyak olduğuna inanılan, İrlandalı moss denilen yoğun bir içki yapmak için *Glacilaria* spp. tarçın ve sütle kaynatılır. Venezuela'da boğaz ağrısı ve göğüs tıkanıklığı için ev tedavisi olarak sütte kaynatılıp yatmadan önce

balla içilerek kullanılmaktadır. İrlandalı moss genellikle bira işlemede, özellikle ev birasında durultma ajanı olarak kullanılmaktadır. Proteinleri ve diğer katıları çekerek küçük bir miktar bira mayası ile katnatılır, daha sonra soğutmanın ardından karışımdan uzaklaştırılır (Tablo 3) (Mitchell, 2011).

Tablo 3. İrlandalı moss (100 g)'un besin değeri (USDA, 2015)

Table 3. Nutritional value of Irish moss (per 100 g) (USDA, 2015)

Enerji	49 kcal
Karbonhidrat	12.29 g
Şekerler	0.61 g
Diyetsel lif	1.3 g
Yağ	0.16 g
Protein	1.51 g
Riboflavin (B ₂)	0.446 mg
Niasin (B ₃)	0.593 mg
Pentotenik asit (B ₅)	0.176 mg
B ₆ vitamini	0.069 mg
Folat (B ₉)	182 µg
C vitamini	3 mg
E vitamini	0.87 mg
K vitamini	5 µg
Kalsiyum	72 mg
Demir	8.9 mg
Magnezyum	144 mg
Manganez	0.37 mg
Fosfor	157 mg
Sodyum	61 mg
Çinko	1.95 mg

Kanatlı kelpi (*Alaria esculenta*): Bu büyük kahverengi kelp İrlanda, İskoçya (Birleşik Krallık), İzlanda, Brittany (Fransa), Norveç, Nova Scotia (Kanada), Sakhalin (Rusya) ve kuzey Hokkaido (Japonya) gibi bölgelerde bulunmaktadır. İrlanda'da, İskoçya (Birleşik Krallık)'da ve İzlanda'da hem taze hem de pişmiş olarak yenmektedir. Kelpiler arasında en iyi proteine sahip olduğu ve iz metaller ve vitaminler, özellikle niasin açısından da zengin olduğu söylenmektedir. Genellikle doğadan toplanmakta ve yerli halk tarafından yenilmektedir. Başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapıldığı halde ticari bir ölçekte henüz genişletilememiştir (McHugh, 2003).

Ogo, ogonori veya deniz moss (*Gracilaria* spp.): *Gracilaria* Japon, Hawaii ve Filipinli mutfağında gıda olarak kullanılmaktadır (Şekil 21) (Kyaw, 1981). Japon mutfağında ogonori veya ogo olarak isimlendirilir (Şekil 22). Filipinlerde gulaman olarak isimlendirilir ve gulaman da denilen jelatin yapmak için kullanılır (Davidson, 2003). Jamaika'da İrlanda moss olarak bilinir (Goreau ve Trench 2013).



Şekil 21. *Gracilaria* (Anonim, 2015m)

Figure 21. *Gracilaria* (Anonim, 2015m)

Taze *Gracilaria* Hawaii'de (Amerika Birleşik Devletleri) onlarca yıldır toplanmakta ve salata sebzesi olarak satılmaktadır. Hawaii'deki etnik grupların karışımı (Hawaililer, Filipinliler, Koreliler, Japonlar, Çinliler) sıradışı bir talep oluşturmakta ve tedarik zaman zaman doğal kaynaklardan elde edilen stoklarla sınırlı kalmaktadır (McHugh, 2003).

Hawaii'de bir gazlı tank sistemi kullanılarak, haftada 6 ton taze ağırlıkla, başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır. *Limu manaua* ve *Limu ogo* her ikisi de taze sebze olarak satılmaktadır, ikincisi genellikle çiğ balık ile karıştırılır. Endonezya, Malezya, Filipinler ve Viet Nam'da *Gracilaria* türleri kıyı insanları tarafından yiyecek için toplanmaktadır. Tayland'ın güneyinde, insanlara ekstrakte edilmiş agarın kullanılması ve kaynatılmasıyla nasıl jöleler yapabileceklerini gösteren bir eğitim programı gerçekleştirilmiştir. Kuzey Hint Adaları'nda, *Gracilaria* marketlerde deniz moss olarak satılmaktadır. Afrodisyak özelliklere sahip olmasıyla ünlüdür ve alkolsüz bir içecekte temel madde olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla St Lucia ve komşu adalarda başarılı bir şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır (McHugh, 2003).



Şekil 22. Ogonori (Anonim, 2015m)

Figure 22. Ogonori (Anonim, 2015m)

Agar taşıyan *Gracilaria* sp. polisakaritlerinden agaraz dijestiyonu ile hazırlanan polimerizasyon 6 dereceli *Gracilaria* oligosakaritlerinin Japon ensefalit viral enfeksiyona karşı in vitro ve in vivo denemeler sırasında etkin bir profilaktik ajan olduğu gösterilmiştir. *Gracilaria* sp.'nin sülfatlanmış oligosakaritleri antiviral ajan olarak daha da geliştirilmesi için ümit verici bir aday olarak gözükmemektedir (Kazłowski vd., 2012).

***Callophyllis variegata*:** Şili'de yenilebilir deniz yosunları talebi artmıştır ve *Callophyllis variegata* ("carola") en popülerlerinden birisidir. Tüketimi 1995 yılında sıfırdan; 1999'da 84 yaş tona yükselmiştir. Bu kırmızı deniz yosunu yüksek bir ticari değere sahiptir, fakat biyolojisine ait bilgiler sınırlıdır. 1997'de doğal kaynakların ve yetiştiricilik fırsatlarının yönetimi için önerilerle sonuçlanması gereken yeni bir araştırma projesi finanse edilmiştir (McHugh, 2003).

KAYNAKÇA

- Anonim. (2015a). Laver (seaweed). Retrieved from [http://en.wikipedia.org/wiki/Laver_\(seaweed\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Laver_(seaweed)) (15.01.2015).
- Anonim. (2015b). Nori. Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki/Nori> (15.01.2015).
- Anonim. (2015c). Sea lettuce. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Sea_lettuce (15.01.2015).
- Anonim. (2015d). Kombu. Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki/Kombu> (15.01.2015).
- Anonim. (2015e). Wakame. Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki/Wakame> (15.01.2015).
- Anonim. (2015f). Hijiki. Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki/Hijiki> (15.01.2015).
- Anonim. (2015g). *Cladosiphon okamuranus*. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Cladosiphon_okamuranus (15.01.2015).
- Anonim. (2015h). *Caulerpa lentillifera*. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Caulerpa_lentillifera (15.01.2015).
- Anonim. (2015i). *Palmaria palmata*. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Palmaria_palmata (15.01.2015).
- Anonim. (2015k). *Chondrus crispus*. Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Chondrus_crispus (15.01.2015).
- Anonim. (2015m). *Gracilaria*. Retrieved from <http://en.wikipedia.org/wiki/Gracilaria> (15.01.2015).
- Arasaki S. & Arasaki T. (1983). *Low calorie, high nutrition vegetables from the sea to help look and feel better*. Japan Publications, Tokyo, 196 p.
- Atay, D. (1978). Seaweeds and assessment tools (in Turkish). Ankara University Agricultural Faculty Publications, Ankara: Prime Printing Office, 128pp.
- Atay, D. (1984). Herbal aquaculture and production technique (in Turkish). Ankara University Agricultural Faculty Publications, Ankara: Prime Printing Office, 203 pp.
- Bilgin, Ş., & Ertan, Ö.O. (2002). Selected chemical constituents and their seasonal variations in *Flabella petiolata* (Turra) Nizam. and *Halimeda tuna* (Ellis&Sol.) J.V. Lamour. in the Gulf of Antalya (North-eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Botany*, 26(2): 87-90.
- Bixler, H.J., & Porse, H. (2011). A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. *Journal of Applied Phycology*, 23(3): 321-335. doi: 10.1007/s10811-010-9529-3
- Chandini, S.K., Ganesan, P., Suresh, P.V., & Bhaskar, N. (2008). Seaweeds as a source of nutritionally beneficial compounds-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 45(1): 1-13.
- Chapman, V.J., & Chapman, D.J. (1980). *Seaweeds and their uses*. Chapman & Hall, London, 334 p. doi: 10.1007/978-94-009-5806-7
- Cirik, Ş. (1981). Algae and assessment tools in Turkey marines (in Turkish). *Environment News*, 9: 65-68.
- Çetingül, V., & Güner, H. (1996). Determination of chemical contents of some microalgae in economic value (in Turkish with English Abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(1-2): 101-118.
- Davidson A. (2003). *Seafood of South-East Asia: A Comprehensive Guide with Recipes*. Ten Speed Press, 368 p.
- Dawczynski, C., Schubert, R., & Jahreis, G. (2007). Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. *Food Chemistry*, 103(3): 891-899. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.09.041
- Dere, Ş., Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Yıldız, G., & Dere, E. (2003). The determination of total protein, total soluble carbohydrate and pigment contents of some macroalgae collected from Gemlik-Karacaali (Bursa) and Erdek-Ormanlı (Balıkesir) in the Sea of Marmara, Turkey. *Oceanologia*, 45(3): 453-471.
- Durmaz, Y., Işık, O., Bandarra, N.M., Cirik, S., Turan, G., & Gökpinar, Ş. (2002). The effects of the drying methods on the fatty acids composition of *Porphyridium cruentum* (Rhodophyceae) (in Turkish with English Abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(1-2): 189-195.
- Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Technology*, 10(1): 25-28. doi: 10.1016/S0924-2244(99)00015-1
- Fujiwara, M., Lizima, N., Yamamoto, I., & Nagumo, T. (1984). Purification and chemical and physical characterization of antitumour polysaccharide from the brown seaweed, *Sargassum fulvellum*. *Carbohydrate Research*, 125(1): 97-106. doi: 10.1016/0008-6215(84)85145-9
- Goreau, T.J., & Trench, R.K. (2013). *Innovative methods of marine ecosystem restoration*. CRC Press, New York, 297 p.
- Gökpinar, Ş., Göksan, T., & Durmaz, Y. (2001). Microalgae as a source of PUFA (polyunsaturated fatty acids) (in Turkish). XI. National Fisheries Science Symposium, 4-6 September (pp. 779-785). Hatay, Turkey: Proceedings Book.
- Güven, C.K., Zeybek, N., Cirik, Ş. (1991). Studies on Turkey seaweeds between 1899 and 1990 (in Turkish). *Bulletin of Marine Science and Geography Institute, Istanbul University*, (7): 51-58.
- Jensen, A. (1966). Carotenoids of norwegian brown seaweeds and seaweed meals. *Norwegian Institute of Seaweed Research*, Report No: 31, 1-138.
- Kaba, N., & Çağlak, E. (2006). The use of human nutrition of marine algae (in Turkish with English Abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/2): 243-246.
- Kanazawa, A. (1963). Vitamins in algae. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 29: 713-731. doi: 10.2331/suisan.29.713
- Kaykaç, G.O., Cirik, Ş., & Tekinay, A.A. (2008). The seasonal variation of proximate composition and amino acid contents of a green algae *Ulva rigida* (C. Agardh) (in Turkish with English Abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(1): 9-12.
- Kazłowski, B., Chiu, Y.H., Kazłowska, K., Pan, C.L., & Wu, C.J. (2012). Prevention of Japanese encephalitis virus infections by low-degree-polymerisation sulfated saccharides from *Gracilaria* sp. and *Monostroma nitidum*. *Food Chemistry*, 133 (3): 866-74. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.01.106
- Kocataş, A. (2005). *Oseanoloji*. İzmir: Ege University Printing Office, 357 p.
- Kyaw, A. (1983). *The production of Gracilaria edulis in Burma*. Report of the Training Course on Gracilaria Algae, Manila, Philippines, 1-30 April, p. 135-137.
- McHugh, D.J. (2003). A guide to the seaweed industry. *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 441, Rome, 105 p.
- Mitchell, S.A. (2011). The Jamaican root tonics: a botanical reference. *Focus on Alternative and Complementary Therapies*, 16(4): 271-280. doi: 10.1111/j.2042-7166.2011.01124.x
- Myklestad, S. (1963). *Experiments with seaweed as supplemental fertilizer*. Bergaman Press, London, pp. 432-438.
- Nisizawa, K. (1987). *Preparation and marketing of seaweeds as foods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp. 147-189.
- Nisizawa, K., Noda, H., Kikuchi, R., & Watanabe, T. (1987). The main seaweed foods of Japan. *Hydrobiologia*, 151/152: 5-29. doi: 10.1007/BF00046102
- Noda, H. (1971). Biochemical studies on marine algae. 3. Relation between quality and inorganic constituents of asakusanori. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 37(1): 35-39. doi: 10.2331/suisan.37.35
- Noda, H., Horiguchi, Y., & Araki, S. (1975). Studies on the flavor substances of nori, the dried laver *Porphyra* sp. 2. Free Amino Acids and 5'-nucleotides. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 41: 1299-1303. doi: 10.2331/suisan.41.1299
- Özdemir, N., & Erkmén, J. (2013). Use of Algae in Production of Renewable Bioplastics (in Turkish with English Abstract). *The Black Sea Journal of Sciences*, 3(8): 89-104.

- Polat, S., & Özoğul, Y. (2008). Biochemical composition of some red and brown macroalgae from the Northeastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59(7): 566-572. doi: [10.1080/09637480701446524](https://doi.org/10.1080/09637480701446524)
- Polat, S., & Özoğul, Y. (2009). Fatty acid, mineral and proximate composition of some seaweeds from the Northeastern Mediterranean coast. *Italian Journal of Food Sciences*, 21(3): 317-324.
- Soeder, C.J. (1976). Zur verwendung von mikroalgen für ernährungszwecke. *Naturwissenschaften*, 63: 131-138. doi: [10.1007/BF00600487](https://doi.org/10.1007/BF00600487)
- Sohn, C.H. (1998). The seaweed resources of Korea. In: *Seaweed resources of the world*. Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, pp. 15-33.
- Tseng, C.K. (1981). Commercial cultivation [Algae]. In: *Botanical monographs (USA)*, C.S. Lobban, M.J. Wyne (Ed.), Blackwell Science Publication, pp. 680-725.
- USDA. (2015). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. United States Department of Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. Retrieved from <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (01.09.2015).
- Wong, K.H., & Cheung, P.C.K. (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I-proximate composition. Amino acids profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry*, 71(4): 475-482. doi: [10.1016/S0308-8146\(00\)00175-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00175-8)
- Yamamoto, I. (1982). Antitumor activity of crude extracts from edible marine algae against L-1210 leukemia. *Botanica Marina*, 25(9): 455-457.
- Yamanaka, R., & Akiyama, K. (1993). Cultivation and utilization of *Undaria pinnatifida* (wakame) as food. *Journal of Applied Phycology*, 5(2): 249-253. doi: [10.1007/BF00004026](https://doi.org/10.1007/BF00004026)
- Zemke-White, L.W., & Ohno, M., (1999). World seaweed utilization: end-of century summary. *Journal of Applied Phycology*, 11(4): 369-376. doi: [10.1023/A:1008197610793](https://doi.org/10.1023/A:1008197610793)

Balıklarda melanomakrofaj merkezleri

Melanomacrophage centers in fishes

A. Erdem Dönmez

Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yenişehir Kampüsü, 33169 Mersin
edonmez@mersin.edu.tr

Received date: 29.12.2015

Accepted date: 10.03.2016

How to cite this paper:

Dönmez A.E. (2016). Melanomacrophage centers in fishes (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 81-87.
doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.12](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.12)

Öz: Balıklarda doğal bağışıklık sistemi; fiziksel, hücrel ve humoral faktörler ile plazma ve diğer vücut sıvılarında çözünebilen hücrel ve humoral reseptör moleküllerinden oluşmaktadır. Hücrel faktörler fagositik hücreler olan monosit/makrofajlar, nötrofil granülositler ve memelilerdeki NK (natural killer cell) hücrelerine eşdeğer görülen sitotoksik hücreleri içermektedir. Bu hücreler arasında yer alan makrofajlar, balıklarda ve diğer omurgalılarda doğal bağışıklığın indikatör hücreleri olup fagositoz yeteneğine de sahip olduklarından, yangı sonrası onarım, doku yenilenmesi ve yaşlı hücrelerin ortadan kaldırılması gibi işlevlere sahiptirler. Melanomakrofaj merkezleri ise pigmentli olmaları nedeniyle histolojik incelemelerde makrofajlardan ayırt edilebilmekte ve aynı zamanda poikiloterm omurgalılarının pek çok organında yaygın olarak gözlemlenebilmektedirler. Bu merkezler; makrofaj yığınları, makrofaj birikim odakları ve pigment nodülleri gibi isimlerle tanımlanmış olup heteroterm omurgalılarının dokularındaki özgün hücreler olarak kabul edilmektedirler. Bu derlemede söz konusu yapıların balıklarda ait oldukları sistem, ilişkide oldukları hücre ve birimler ile işlevleri hakkında bilgi verilme çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Melanomakrofaj merkezleri, balık, immün sistem

Abstract: Innate immune system in fish consist of physical, cellular and humoral factors along with other cellular and humoral receptor molecules that can be dissolved in plasma and other body fluids. Cellular factors include cytotoxic cells that appear to be equivalent to natural killer cells in mammals, neutrophil granulocytes and monocyte/macrophages as phagocytic cell. Macrophages which belong to above mentioned cells are indicator cells of innate immunity in fish and other vertebrates having phagocytic ability. Through which they posses functions like repairement after inflammation, tissue regeneration and elimination of old cells. Since melanomacrophage centers are pigmented, they can be easily identified from macrophages in histological examinations and they can also be widely observed in many organs in poikilothermic vertebrates. These centers are named as macrophage stocks, macrophage accumulation centres or pigmented nodules and considered as spesific cells in tissue of heterothermic vertebrates. In this rewiev, the system that these structures are belong to in fish and the cells and their units through which they communicate and functions are discussed.

Keywords: Melanomacrophage centers, fish, immune system

GİRİŞ

Balıklar bakteri, virüs ve kirletici etkenlerin yoğun olarak bulunabildikleri sucul ortamlarda yaşamlarını sürdüren canlılardır. Bu etkenlerin büyük bir çoğunluğu balıklara zarar verme potansiyeline sahiptir. Balıklar normal koşullar altında doğal bağışıklık sistemleri aracılığıyla söz konusu potansiyel zararlara karşı koyma yeteneğine sahiptir. Bu sistemde korunma nonspesifiktir ve zararlı etkenin moleküler yapısının ayırt edici bir biçimde tanımlanması gerekli değildir. Ayrıca, bu sistem çok hızlı bir şekilde devreye girmekte ve nispeten de sıcaklık faktöründen bağımsız olarak şekillenebilmektedir (Ellis, 2001, Magnadottir 2006, Whyte, 2007). Doğal bağışıklık sistemi sabit ve hareketli hücrelerle vücut sıvılarında çözünebilen çok sayıda molekülden oluşmaktadır. Bu hücreler; sitotoksik hücreler, monosit/makrofajlar ve granülositlerdir (başlıca nötrofil granülositler). Moleküler bileşenler ise; komplement sistemi, pıhtılaşma sistemi, anti proteazlar, metal bağlayıcı

proteinler, lektinler, lizozimler, antimikrobiyel peptidler, opsoninler ve sitokinlerdir (Bayne ve Gerwick, 2001). Bağışıklık hücreleri arasında bulunan makrofajlar, fagositoz yeteneğine sahip hücreler olup vücutta homeostazisin sağlanmasında önemli rol oynamaktadırlar. Ayrıca organizmada yaşanan hücrelerin imhası ve yangı sonrası doku onarımı ile yenilenmesinin sağlanmasında da görev alırlar. Poikiloterm canlılarda makrofajlar, pigment hücreleri ile kümeler oluşturarak pigmentli makrofajlar veya melanomakrofaj merkezleri olarak adlandırılan yapıları oluştururlar (Satizabal, 2013). Bu yapılar lenfoid ve lenfoid olmayan dokularda gözlemlenebilmektedir. Ayrıca bu yapıların yüksek omurgalılardaki lenfosit ve makrofaj içeren farklı merkezler veya lenf nodüllerinin germinal merkezlerinin ilkel analogları oldukları da düşünülmektedir (Agius ve Roberts, 2003). Bu yapıların özellikle son 40 yıllık dönem içerisinde yoğun olarak

araştırılmasına ve histolojik yöntemlerle incelenmelerine ağırlık verilmektedir.

BALIKLARDA İMMÜN SİSTEM

Balıklarda immün sistem; bu sistemi oluşturan organlar, hücrel yapılar ve humoral (sıvısal) faktörlerden meydana gelmektedir. İmmün sistemi oluşturan organlar, lenfoid organlar olarak da tanımlanmaktadır. Balıklarda lenfoid organlar primer ve sekonder olmak üzere ikiye ayrılır. Primer lenfoid organlar; timus, böbrekler ve dalak iken, sekonder lenfoid organlar bağırsaklar, fiziksel bariyerler (deri, solungaç) ve karaciğerdir (Zapata vd., 2006, Ocak, 2006, Uribe vd., 2011). Primer lenfoid organlar, lenfositler için kök hücrelerin bulunduğu ve lenfositlerin immün duyarlı hale geldiği yapılardır. Sekonder lenfoid organlar ise antijenlere karşı immün reaksiyonların gerçekleştiği birimlerdir (Bozkurt ve Eren, 2009).

Balıklarda immün sistem farklı alt başlıklar altında incelenmektedir. Spesifik/ nonspesifik, doğal/kazanılmış veya mukozal/sistemik şeklinde bağışıklık sınıflandırmaları söz konusudur. Bu sınıflandırmalar içerisinde en kabul göreni doğal/kazanılmış bağışıklık sınıflandırmasıdır (Bowden, 2008). Doğal bağışıklık çabuk gelişen, spesifik ve nonspesifik olarak patojen etkenlere karşı ortaya çıkan bir savunma sistemidir ve özel bir belleğe sahip değildir. Kazanılmış bağışıklık ise daha spesifik ve patojen etkenlere karşı bellek geliştiren ikincil bir savunma sistemidir (Magnadottir 2006, Whyte, S.K., 2007, Suresh, 2009). Doğal bağışıklık sistemi fiziksel, hücrel ve humoral (sıvısal) faktörler ile plazma ve diğer vücut sıvılarında çözünebilen hücrel ve humoral reseptör moleküllerini içermektedir. Fiziksel faktörler; deri, solungaçlar ve sindirim kanalının epitelyal ve mukozal bariyeridir. Hücrel faktörler; önemli oranda fagositik hücreler olan monosit/makrofajlar, nötrofil granüositler ve memelilerdeki NK (natural killer cell) hücrelerine eşdeğer görülen sitotoksik hücrelerdir. Sıvısal faktörler ise; transferin, antiproteaz, lektin gibi inhibitörlerle, antibakteriyel peptidler, proteazlar, lizozim, C-reaktif proteinler, komplement sistemi gibi lizinlerdir (Kav ve Erganis, 2008, Uribe vd., 2011).

MAKROFAJ HÜCRELERİ

İmmün sistemin hücrel faktörlerinden olan makrofajlar, balıklarda ve diğer omurgalılarda doğal bağışıklığın indikatör hücreleridir. Memelilerde, kemik iliğindeki hematopoetik kök hücrelerinden uyarlanmakta ve doğal immün yanıtın oluşup sürdürülmesinde görev almaktadırlar (Mulero, 2008, Satizabal, 2013, Hodgkinson, 2015). Organizma, stres faktörlerinin etkisi altında iken makrofaj aktivitesinin belirlenmesi en önemli indikatör verilerden biri olarak kabul edilmektedir (Anderson, 1990, Balamurugan vd., 2012). Özellikle balıklardaki myxospora cinsi parazitlerin neden olduğu stres durumlarında bu durum çok belirgin olarak tespit edilmiştir (Haaparanta vd., 1996). Kazanılmış bağışıklık sistemi içerisinde antijen hazırlayıcı hücreler (APCs) olarak da tanımlanmaktadırlar. Dolayısıyla aynı zamanda doğal ve kazanılmış bağışıklık

arasında köprü rol üstlenen yapılardır (Joerink vd., 2006). Organlara göre farklı fenotipik ve morfolojik gelişimler göstermektedirler. Karaciğerde Kupffer hücreleri, memeli akciğerlerinde alveolar makrofajlar, sinir sistemlerinde mikroglia hücreleri, kemik dokuda osteoklastlar ve dalakta spesifik makrofajlar olarak yer almaktadırlar (Forlenza vd., 2011). Balıklarda bu hücreler, fagositik miyeloid hücreleri gibi yaraların onarılmasında, tümörler dahil olmak üzere yabancı etkenlerin, virüslerin ve diğer işgalci patojenlerin belirlenmesi ve elemine edilmesinde önemli bir rol oynamaktadırlar. Dahası bu hücreler nötrofil granüositlerle birlikte patojen etkenleri tanıyıp yıkımlayan, hücrel iletişim ve aktivasyonu sağlayan, kazanılmış immün yanıtın başlatılması ve sonrasında yangısal yanıtın ve doku onarımının oluşmasını sağlayan pek çok biyoaktif molekülün üretilmesinden sorumludurlar (Katzenback vd., 2012). Makrofajların önemli bir işlevi de interlökin (İls) adı verilen farklı sitokinlerin, interferonlar ile tümör nekroz faktörlerinin ve yangısal prostanoidlerin üretimi aracılığıyla immün yanıtı katkı sağlamasıdır (Mulero vd., 2008). Balık makrofajları aynı zamanda yine bakterisit etkili nitrik oksit de taşımaktadır. Bu hücrelerin aktivasyonları, farklı yollarla olmakla birlikte, genellikle antijenler tarafından uyarılmış olan T lenfositlerce üretilmiş ve gama interferon olduğu düşünülen aktivasyon etkenleri yoluyla gerçekleşmektedir (Ellis, 1999). Balıklarda makrofajların fagositik, mikrobisitik ve salgı (sitokinler) aktivasyonları sadece antijenik faktörler ile değil nöroendokrinik yollarla da sağlanmaktadır (Verbarg Van Kemenade vd., 1994). Makrofajların sayısı, büyüklük ve pigment içerikleri; balık sağlığının bozulduğu durumlarda, stres koşulları altında ve çevresel kontaminantlara tepki olarak değişiklikler göstermektedir. Özellikle çevresel kirlenmelerin etkisinin tespitinde ve bakteriyolojik enfeksiyonlarda immünolojik biyobelirteçler arasında, melanomakrofaj merkezlerinin büyüklükleri, sayıları ve histopatolojik görünüşleri ile kemotaksi, fagositöz, pinositöz ve kemiluminesans gibi makrofaj aktivitelerinin düzeyleri önemli parametreler olarak değerlendirilmektedir (Van der Oost vd., 2003, Faccioli vd., 2014, Ledic-Neto vd., 2014).

MELANOMAKROFAJ MERKEZLERİ

Melanomakrofaj merkezleri; farklı araştırmacılar tarafından; makrofaj merkezleri, makrofaj yığınları, makrofaj birikim odakları ve pigment nodülleri gibi isimlerle tanımlanmış, heteroterm omurgalıların dokularındaki özgün hücrelerdir (Leknes, 2007, Clemente vd., 2010). Pigmentli olmaları nedeniyle histolojik incelemelerde makrofajlardan ayırt edilebilmekte ve aynı zamanda poikiloterm omurgalıların pek çok organında yaygın olarak gözlemlenebilmektedirler (Kranz, 1989, Ferreira, 2011). Elektronmikroskopik incelemelerde fibroblast hücrelerinden oluşan ince bir kapsülle sarılı oldukları ve yalancı ayak benzeri uzantılara sahip, eksantrik yerleşimli çekirdekçikleri bulunan ve sitoplazmalarında çok farklı sayıda ve elektron yoğunluğuna sahip granüller taşıyan, düzensiz şekilli hücreler oldukları tespit edilmiştir (Abdel Aziz vd., 2010). Çoğunlukla kümeler halinde bulunmakla beraber, daha düşük

oranda gruplar halinde veya tek tek de gözlemlenebilmektedirler. (Satizabal ve Magor, 2015).

Melanomakrofaj merkezleri balıklarda retikuloendotelial sistemin bir parçası olarak tanımlanmakta olup, hematopoetik organlar olan dalak (Leknes, 2007, Kurtovic vd., 2008, Satizabal ve Magor, 2015) ve böbreklerin stromalarında (Camargo ve Martinez, 2007, Leknes, 2007, Kurtovic vd., 2008, Timur vd., 2011, Ekele ve Callistus, 2014, Satizabal ve Magor, 2015), amfibiler, sürüngenler ve yine bazı balık türlerinde de karaciğer (Stentford vd., 2003, Camargo ve Martinez, 2007, Dönmez ve Korkmaz, 2012) dokusunda bulunabilmektedirler. Balıklarda ayrıca timus, bağırsak submukozası, solungaçlar, beyin ve gonadlarda da yer aldıklarına dair bulgulara rastlanmaktadır (Şekil 1).

Melanomakrofaj merkezlerinin işlevleri

Melanomakrofaj merkezlerinin kronik yangısal lezyonlarda ve ovaryumlardaki atrezi süreçlerinde gözlemlendiği bildirilmiştir. Hatta kronik yangılarda melanin içeren melanomakrofaj merkezlerinin miktarındaki artışın spesifik bir bulgu olduğu da belirtilmektedir (Wolke vd., 1985, Haaparanta vd., 1996, Jansson, 2002). Bu merkezlerin endojen (melanin, lipofuksin, seroid, hemosiderin pigmentleri) ve ekzojen (metaller, biyolojik aktif moleküller) pek çok materyalin yıkılmasını, detoksifikasyonu ve yenilenmesinde görev aldıkları farklı araştırmalarda belirtilmiştir (Kurtovic vd., 2008, Passantino vd., 2014). Bu görevler; fagositoz materyalleri, materyallerin içerdikleri katyonlar, fagosit edilen hücre yıkıntıları ve immünolojik reaksiyonlara göre değişiklikler göstermektedir (Ribeiro vd., 2011). Özellikle histokimyasal çalışmalar sonucunda, hemoglobinin parçalanma ürünü olan demir içeriği nedeniyle, memelilerin immün sistemindeki demir ve demiri bağlayan proteinlerle ilişkisi olan lenf nodüllerinin eşdeğeri olarak kabul edilmişlerdir. Ayrıca yüksek omurgalılarıdaki lenfosit ile makrofaj içeren farklı merkezlerle, germinal merkezlerin ilkel analogları oldukları da düşünülmektedir. Bu merkezler, hemolitik hastalıklarda demiri tutma ve hapsetme görevine sahip olmakla birlikte, antijenlere bağlanma ve lenfositlere taşıma, potansiyel toksik materyallerin ve hücrel yıkım ürünlerinin ayrıştırılması gibi görevleri de yerine getirmektedir. Ayrıca hücre içi yerleşen dirençli bakterileri hapseden odaklar olarak da görev yapmaktadırlar. Bunun yanı sıra eritrosit fagositozunun arttığı durumlarda, dalakta demir içeren melanomakrofaj merkezlerinin arttığı da belirlenmiştir. Dalağı çıkarılmış balıklarda bu görevi böbreklerde yer alan melanomakrofaj merkezlerinin devraldığı tespit edilmiştir (Agius, 1979, Agius ve Roberts, 2003).

Melanomakrofajların yıkımlayıcı etkilerine ek olarak antijen-antikor kompleksi oluşturma bakımından, uzun süreli antijen koruyucu etkisinin olduğundan da söz edilebilir. Anterior böbrekte yer alan melanomakrofaj merkezleri tipik bir şekilde damarlara bitişik olarak konumlanmışlardır (Satizabal ve Magor, 2015). Dolaşımda bulunan bir miktar lenfosit hücresinin de melanomakrofaj kümelerinin olduğu bölgelere göç ettikleri,

dolayısıyla immün yanıtın gelişmesinde antijen ile bağışıklık hücreleri arasında lokal bir etkileşim sağlanmasına katkıda bulundukları düşünülmektedir. Ayrıca lenfoid hücrelerle antijen arasında ilişki gelişimine yardımcı olmak amacıyla antijenlerin uzun süre alıkonulmasını sağlayan merkezler oldukları da tartışılmaktadır (Lamers ve De Haas, 1985). Bu nedenle immün hafıza oluşumu açısından da bu merkezlerin dolaylı bir etkinliğe sahip oldukları düşünülmektedir (Manrique vd., 2014).

Melanomakrofaj Merkezlerinin Pigment İçerikleri

Melanomakrofajların morfolojik görünüşleri, büyüklükleri ve hücrel içerikleri teleostlarda farklı tür ve dokularda değişiklikler göstermektedir. Bu farklılıkların yaş, hastalıklar, açlık, stres ve sudaki yabancı maddelerden kaynaklandığına dair düşünceler ileri sürülmektedir (Leknes, 2007, Dabrowska vd., 2012). Melanomakrofaj merkezleri dört farklı tipte pigment içermektedir. Bu pigmentler; melanin, lipofuksin (lipojenik bir pigment) ve seroid ile hemosiderin (hematojen bir pigment)'dir (Schwindt vd., 2006). Adlandırılmalarının aksine en fazla içerdikleri pigment lipofuksindir. Lipofuksin veya seroidler; E vitamini yetersizliğinde bölünemeyen hücrelerde biriken doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu ile ortaya çıkan bozunmamış metabolitlerdir. Memelilerde yaş ilerlemesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadırlar (Yin, 1996, Grune vd., 2001). Balıklarda lipofuksin birikimi, yaşlı veya apoptotik eritrosit ve lökosit hücrelerinin tutulması veya otofajisi ile gerçekleşir. Bu durum memelilerdekine oranla balıklarda daha belirgindir. Çünkü hücre membranlarında bulunan doymamış yağ asitleri düzeyi balıklarda memelilere göre daha yüksek ve E vitamini düzeyleri ise daha düşük düzeydedir. İkinci önemli pigment ise farklı ekzojen kaynaklardan türevlendiği veya hücre içinde şekillendiği düşünülen melanindir. Melaninin fagosit edilmiş hücre membranlarının yıkılmasını sırasında ortaya çıkan serbest radikalleri nötralize etmede önemli bir role sahip olduğu ve hidrojen peroksit gibi antimikrobiyel bileşiklerin üretiminde rol oynadığı düşünülmektedir (Solano, 2014). Hemosiderin pigmenti ise hemoglobinin yıkılmasını sırasında demirin hücre içi depolanmasındaki en önemli pigmenttir ve demirin geri dönüşümünde bir ara adım olarak hizmet etmektedir. Bu pigmentlerin varlığı, tür farklılığına ve bireylerin doku ve hücrelerinde farklı fizyolojik koşullara bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Satizabal ve Magor, 2015). Melanin pigmenti gümüş nitrat boyaya yüksek duyarlılık gösterdiğinden, histolojik incelemelerde Masson-Fontana boyama yöntemi ile rahatlıkla tespit edilebilmektedir. Lipofuksin, daha çok Hematoksilin-eozin boyama yöntemi ile gözlemlenebilmektedir fakat şeker içeriği nedeniyle PAS (Periodic Acid Schiff) yönteminin de bu pigment için uygun olacağı belirtilmektedir (Culling, 1974). Hemosiderin ise en rahat Perl's boyama yöntemi ile görüntülenebilmektedir (Ferreira, 2011).

Prochilodus argenteus türü balıklarda yapılan bir araştırmada, melanomakrofaj granülleri içerisinde hemosiderin pigmentinin, karaciğer dokusunda dalak dokusuna göre daha sıklıkla ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra lipofuksin pigmentinin de yoğun olarak bulunduğu, fakat melanin

pigmentine göre çok daha düşük oranlarda rastlanıldığı belirlenmiştir. Ayrıca melanomakrofaj merkezlerinin sınırlarının, karaciğer dokusunda daha düzenli, dalak dokusunda ise daha polimorf şekillerde ortaya çıktığı gözlenmiştir (Ribeiro vd., 2011).

Melanomakrofaj merkezlerinde oluşan değişiklikler

Doğal balık popülasyonlarında rastlanan hastalıkların izlenmesinde melanomakrofaj merkezlerinin de incelenmesinin gerektiği belirtilmektedir (Schwindt vd., 2006). Lymphocystis, Ichthyophonus ve Myxobolus pseudodispar etkenleri gibi yoğun doku hasarının ortaya çıktığı kronik yangıların geç evrelerinde immün reaksiyon olarak melanomakrofaj merkezlerinin ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Bu merkezler yersiniozis ve vibriosis gibi hastalıklarda da önemli bir rol oynamaktadır. Her iki enfeksiyonda da özellikle kronikleşen olgularda ciddi hemolitik aneminin gelişmesi ve viral nervöz nekroz (Nodavirüs) hastalığında çok miktarda hemosiderin pigmentinin ortaya çıkması bu merkezlerin oluşmasına neden olmaktadır (Khalil vd., 2011, Kim ve Faisal, 2011, Gregori vd., 2014). Bunun yanı sıra sayılarının artışında hayvanlarda aç kalmanın neden olduğu kaşektik durumların da etkili olduğu düşünülmektedir (Hur vd., 2006, Harper ve Wolf, 2009). *Salmo salar* türü alabalıklarda *Aeromonas salmonicida* etkenine karşı uygulanan aşılama sonrasında dalak ve böbrek dokusunda melanomakrofaj merkezlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu artışa, melanomakrofaj merkezlerinde uzun süreli antijen tutulumu sonrasında immün kompleks oluşumunun ve antikor düzeylerinin artmasının yol açtığı ileri sürülmektedir (Manrique vd., 2014).

Boya ve farmasötik sanayisinde kullanılan bir madde olan fenilhidrazin'in uygulandığı *Carassius auratus*'larda melanomakrofaj merkezlerinin sayılarında artışlar olduğu belirlenmiştir (Herraez ve Zapata, 1986). Meksika Körfezi'nde, farklı 7 balık türünün dalak dokularının mikroskopik incelemelerinde mm² alanda 40'ın üzerinde melanomakrofaj kümesinin varlığının, hipoksik ortam veya sedimentte kontaminasyon varlığı ile ilişkilendirilebileceği kabul edilmiştir (Fournie vd., 2001). Araştırmalar, bu merkezlerin çoğunlukla artış bazen de azalış gösterdiklerini ortaya koymuştur. Artışın genellikle, hücresel yıkıntıları kaldırmak için hücresel savunma sistemi içerisinde fagositik aktivite artışına bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir (Ghosh ve Homechaudhuri, 2012, Ledic-Neto vd., 2014).

Biyobelirteç olarak melanomakrofaj merkezleri

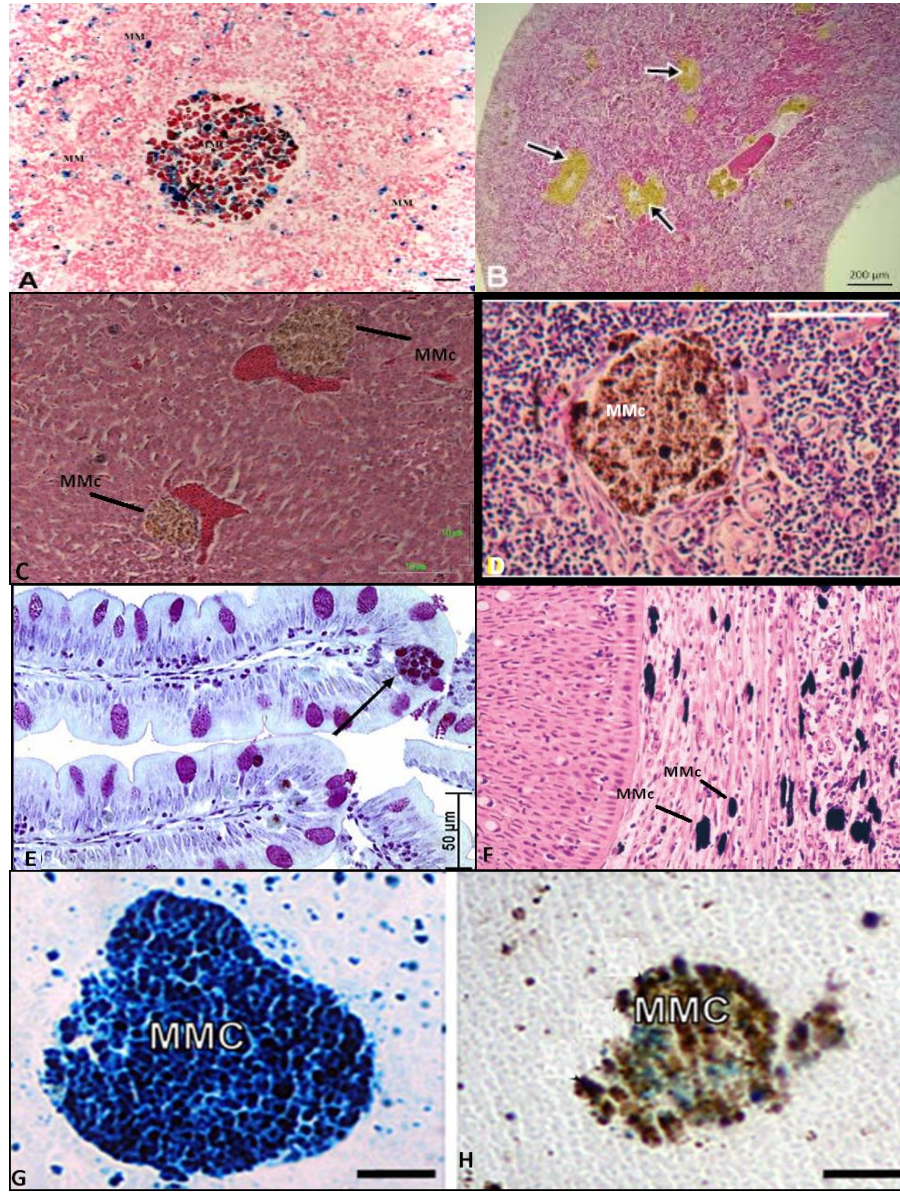
Çevresel kirliliğin etkisinde kalan balıklar, immün sistem aktivitesi ya da nonspesifik savunma sistemleri yoluyla adaptasyon sağlamaya çalışırlar. Son yıllarda yapılan araştırmalar, histolojik bulguların su kalitesi değişikliklerinin balıklarda oluşturduğu fizyolojik stresin belirlenmesinde biyobelirteç parametreler olduğunu göstermektedir (Stentiford vd., 2003, Osman vd., 2010, Lieel vd., 2013). Çevresel kirleticilerin etkisi, doğrudan ölümlere neden olsa da subletal etkileri de çok yaygındır. Kontamine sulara çeşitli parazit ve hastalık etkenlerinin görülmeye sıklığının da arttığı bildirilmiştir

(Marcogliese, 2005, Sures, 2008). Balıklarda farklı kirleticilerin etkisindeki su ortamlarında, çeşitli ksenobiyotik metabolize edici enzimlerin artışı da söz konusudur (Velkova-Jordanosko vd., 2008, Osman vd., 2010). Yalnız bu enzimler nispeten sınırlı sayıdaki kimyasal kirleticilere karşı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle spesifik olmayan çevresel kontaminasyonlarda balık sağlığını izlemek açısından daha etkin ve uygulanabilir yöntemlere gereksinim duyulmaktadır. Melanomakrofaj kümeleri çevresel değişiklikler, stres ve yabancı partiküllerin eliminasyonu bakımından biyobelirteç yapılar olarak kabul edilmektedir (Balamurugan vd., 2012, Sakthivel vd., 2012). İçerdikleri hücre içi granüllerin farklılıkları sayesinde; protein sentezi, kalsiyum depolanması, demir metabolizması ve detoksifikasyon süreçleri gibi hücresel metabolik faaliyetler hakkında önemli bilgilerin sağlanabileceği yapılarıdır. Ayrıca içerdikleri fosfor granülleri aracılığıyla bazı iz metalleri de kapsayan farklı kimyasal maddelerin tespiti açısından da özel birimler olarak değerlendirilmektedirler (Ribeiro vd., 2011).

Melanomakrofaj merkezlerinin metrik özelliklerinin (sayı, büyüklük ve dokuyu işgal yüzdeleri) kirleticilerin yoğun olduğu bölgelerde farklılıklar gösterdiğine dair araştırmalar da bulunmaktadır (Rabitto vd., 2005, Suresh, 2009, Ali vd., 2014). ABD Çevre Koruma Bakanlığının, çevresel izleme değerlendirme ve çevresel jeolojik ölçümler biyozleme programlarında incelenmesi gereken önemli parametrelerden birisi olarak kabul edilmektedir (Facey vd., 2005)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Balıklar, yaşadıkları ortam nedeniyle karada yaşayan organizmalara göre çok farklı antijenik etkenlerle karşı karşıya gelebilen canlılardır. Aynı zamanda sucul ortamlarda oluşan pek çok farklılaşma da balıkları doğrudan etkileyebilme potansiyeline sahiptir. Ani sıcaklık değişimleri, su kalitesinde bozulmalar ve sucul ortam kirleticileri balık sağlığını etkileyebilmekte ve yüksek oranda ölümlere seyrederen büyük popülasyon kayıplarına neden olabilmektedir. Bu tür nedenlerle, balıklar üzerinde yapılan bilimsel araştırmalar da özellikle son yıllarda artış göstermektedir. Çeşitli biyokimyasal, hücresel ve fizyolojik sistemler arasında bazı immün reaksiyonlar, biyolojik etkilerin izlenmesi bakımından indikatör parametreler olarak öne çıkmaktadır. Melanomakrofaj merkezleri veya pigmentli makrofaj yığınları olarak tanımlanan yapılar da, nonspesifik hücresel yanıtın belirlenmesi ve çevresel kontaminantların oluşturduğu fizyolojik stresin tespiti bakımından biyoindikatör parametre olarak kabul edilmektedir. İmmün sistemdeki işlevlerine dair bilgiler ise hala araştırmacılar tarafından tartışılmaktadır. Melanomakrofaj kümeleri, histoloji alanında balıkların lenfoid organlarında oluşmakta olan ayırt edici organize hücre kümeleşmelerinden en fazla araştırılanı olmakla beraber farklı organlardaki görevleri hakkında araştırmaların sayılarının nispeten az olduğu belirtilmektedir. Bu nedenle özellikle günümüzde sucul ortamlara karışan kirlitici etkenlerin yoğunlaşması ve patojen etkenlerin balıklara bulaşma oranının artması bu yapıların fonksiyonlarına ilişkin daha fazla bilgiye gereksinim duyulduğunu düşündürmektedir.



Şekil 1. Farklı balık türlerinin lenfoid organlarında tespit edilmiş melanomakrofaj merkezlerinin görünümü A) *Oreochromis niloticus*, dalak, Pearl's, x400 (Manrique vd., 2014) B) *Oreochromis niloticus*, böbrek, hematoksilen-eozin, bar=200 µm (Ledic-Neto vd., 2014) C) *Liza ramada*, karaciğer, hematoksilen-eozin, bar=10µm (Dönmez ve Korkmaz, 2012) D) *Epinephelus malabaricus*, timus, hematoksilen-eozin, bar=10µm (Lin vd., 2005) E) *Pseudoplatystoma fasciatum*, bağırsak, toludin mavisi, bar=50µm (Rodrigues vd., 2010) F) *Salmo salar* L., deri, hematoksilen-eozin, x200 (Agius ve Roberts, 2003) G) *Prochilodus argenteus*'ta karaciğer (hemosiderin pigmenti içeren) perls, bar=25µm (Ribeiro vd., 2011) H) *Prochilodus argenteus*'ta dalak (lipofuskin veya seroid pigmenti içeren), perls, bar=25µm (Ribeiro vd., 2011).

Figure 1. Melanomacrophage centers have been identified of lymphoid organs of different fish species A) *Oreochromis niloticus*, spleen, Pearl's, x400 (Manrique et al., 2014) B) *Oreochromis niloticus*, kidney, hematoxylin-eosin, scale bar=200 µm (Ledic-Neto et al., 2014) C) *Liza ramada*, liver, hematoxylin-eosin, scale bar=10µm (Dönmez and Korkmaz, 2012) D) *Epinephelus malabaricus*, thymus, hematoxylin-eosin, scale bar=10µm (Lin et al., 2005) E) *Pseudoplatystoma fasciatum*, intestine, toluidin blue, scale bar=50µm (Rodrigues vd., 2010) F) *Salmo salar* L., skin, hematoxylin-eosin, x200 (Agius ve Roberts, 2003) G) *Prochilodus argenteus*, liver (exhibiting hemosiderin), Perl's, scale bar=25µm (Ribeiro vd., 2011) H) *Prochilodus argenteus*, spleen (exhibiting lipofuscin and/or ceroid), Perl's, scale bar=25µm (Ribeiro vd., 2011).

KAYNAKÇA

- Abdel Aziz, E.H., Abdu, S.B.S., Ali, T.E. & Fouad, H.F. (2010). Haemopoiesis in the head kidney of tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae): a morphological (optical and ultrastructural) study. *Fish Physiology and Biochemistry*, 36: 323-336. doi: [10.1007/s10695-008-9297-z](https://doi.org/10.1007/s10695-008-9297-z).
- Agius, C. (1979). The role of melano-macrophage centres in iron storage in normal and diseased fish. *Journal of Fish Diseases*, 2: 337-343. doi: [10.1111/j.1365-2761.1979.tb00175.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1979.tb00175.x).
- Agius, C. & Roberts, R.J. (2003). Melano-macrophage centres and their role in fish pathology. *Journal of Fish Diseases*, 26: 499-509. doi: [10.1046/j.1365-2761.2003.00485.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2003.00485.x).
- Ali, A.O., Hohn, C., Allen, P.J., Ford, L., Dail, M.B., Pruett, S. & Petrie-Hanson, L. (2014). The effects of oil exposure on peripheral blood leukocytes and splenic melano-macrophage centers of Gulf of Mexico fishes. *Marine Pollution Bulletin*, 79: 87-93. doi: [10.1016/j.marpolbul.2013.12.036](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.036).
- Anderson, D.P. (1990). Immunological indicators: effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks. American Fisheries Society Symposium Series, 8: 38-50.
- Balamurugan, S., Deivasigamani, B., Kumaran, S., Sakthivel, M., Rajsekar, M. & Priyadarsini, P. (2012). Melanomacrophage centers aggregation in *P. lineatus* spleen as bio-indicator of environmental change. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 2(2): 635-638. doi: [10.1016/S2222-1808\(12\)60235-7](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(12)60235-7).
- Bayne, C.J. & Gerwick, L. (2001). The acute phase response and innate immunity of fish. *Developmental & Comparative Immunology*, 25(8-9): 725-743. doi: [10.1016/S0145-305X\(01\)00033-7](https://doi.org/10.1016/S0145-305X(01)00033-7).
- Bowden, T.J. (2008). Modulation of the immune system of fish by their environment. *Fish & Shellfish Immunology*, 25: 373-383. doi: [10.1016/j.fsi.2008.03.017](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.03.017).
- Bozkurt, M. & Eren, Ü. (2009). Lymphoid organs of fishes (in Turkish with English abstract). *Veteriner Hekimler Demeği Dergisi*, 80(2): 13-18.
- Camargo, M.M.P. & Martinez, C.B.R. (2007). Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream. *Neotropical Ichthyology*, 5(3): 327-336. doi: [10.1590/S1679-62252007000300013](https://doi.org/10.1590/S1679-62252007000300013).
- Clemente, Z., Busato, R.H., Oliveira Ribeiro, C.A., Cestari, M.M., Ramsdorf, W.A., Magalha, V.G., Wosiack, A.C. & Silva de Assis, H.C. (2010). Analyses of paralytic shellfish toxins and biomarkers in a southern Brazilian reservoir. *Toxicon*, 55, 396-406. doi: [10.1016/j.toxicon.2009.09.003](https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.09.003).
- Culling, C.F.A. (1974). Handbook of Histopathological and Histochemical Techniques. Michigan: Butterworth-Heinemann.
- Dabrowska, H., Ostaszewski, T., Kamaszewski, M., Antoniuk, A., Napora-Rutkowski, L., Kopko, O., Lang, T., Fricke, N.F. & Lehtonen, K.K. (2012). Histopathological, histomorphometrical and immunohistochemical biomarkers in flounder (*Platichthys flesus*) from the southern Baltic Sea. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 78, 14-21. doi: [10.1016/j.ecoenv.2011.10.025](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.10.025).
- Dönmez, A.E. & Korkmaz, C. (2012). Liver histopathology of thinlip mullet (Liza ramada) captured from Karaduvar harbor (Mersin, TURKEY) (in Turkish with English abstract). In Y. Vardar (Ed.), 21. Ulusal Biyoloji Kongresi 2012 (s. 1011-1012). İzmir, Türkiye: Bildiri Kitabı.
- Ekele, I. & Callistus, N.U. (2014). The kidney micromorphology of the farmed juvenile african catfish (*Clarias gariepinus* B.) from Eastern Nigeria. *Global Journal of Medicine Researches and Studies*, 1(4): 97-102.
- Ellis, A.E. (1999). Immunity to bacteria in fish. *Fish & Shellfish Immunology*, 9: 291-308. doi: [10.1006/fsim.1998.0192](https://doi.org/10.1006/fsim.1998.0192).
- Ellis, A.E. (2001). Innate host defense mechanisms of fish against viruses and bacteria. *Developmental & Comparative Immunology*, 25(8-9): 827-39. doi: [10.1016/S0145-305X\(01\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0145-305X(01)00038-6).
- Faccioli, C.K., Chedid, R.A., Bombonato, M.T.S., Vicentini, C.A. & Vicentin, I.B.F. (2014). Morphology and histochemistry of the liver of Carnivorous fish Hemisorubim platyrhynchos. *International Journal of Morphology*, 32(2): 715-720. Doi: [10.4067/S0717-95022014000200055](https://doi.org/10.4067/S0717-95022014000200055).
- Facey, D.E., Blazer, V.S., Gasper, M.M. & Turcotte, C.L. (2005). Using fish biomarkers to monitor improvements in environmental quality. *Journal of Aquatic Animal Health*, 17: 263-266. doi: [10.1577/H04-055.1](https://doi.org/10.1577/H04-055.1).
- Ferreira, C.M.H. (2011). Can fish liver melanomacrophages be modulated by xenoestrogenic and xenoandrogenic pollutants? Experimental studies on the influences of temperature, sex, and ethynylestradiol, using the platyfish as the model organism. Master of Science Thesis, Universidade de Porto, Institute of Biomedical Sciences Abel Salazar, 53 p.
- Fortenza, M., Fink, I.R., Raes, G. & Wiegertjes, G.F. (2011). Heterogeneity of macrophage activation in fish. *Developmental and Comparative Immunology*, 35: 1246-1255. doi: [10.1016/j.dci.2011.03.008](https://doi.org/10.1016/j.dci.2011.03.008).
- Fournie, J.W., Summers, J.K., Courtney, L.A., Engle, V.D. & Blazer, V.S. (2001). Utility of splenic macrophage aggregates as an indicator of fish exposure to degraded environments. *Journal of Aquatic Animal Health*, 13: 105-116. doi: [10.1577/1548-8667\(2001\)013<0105:uosmaa>2.0.co;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(2001)013<0105:uosmaa>2.0.co;2).
- Ghosh, R. & Homechaudhuri, S. (2012). Transmission electron microscopic study of renal haemopoietic tissues of *Channa punctatus* (Bloch) experimentally infected with two species of aeromonads. *Turkish Journal of Zoology*, 36(6): 767-774. doi: [10.3906/zoo-1112-7](https://doi.org/10.3906/zoo-1112-7).
- Gregori, M., Miragliotta, V., Leotta, R., Cecchini, S., Prearo, M. & Abramo, F. (2014). Morphometric evaluation of interrenal gland and kidney macrophages aggregates in normal healthy rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and after bacterial challenge with *Yersinia ruckeri*. *Veterinary Medicine International*, 210625: 7. Doi: [10.1155/2014/210625](https://doi.org/10.1155/2014/210625).
- Grune, T., Shringarpure, R., Sitte, N. & Davies, K. (2001). Age-related changes in protein oxidation and proteolysis in mammalian cells. *Journals of Gerontology Biological Sciences*, 56 (11): 459-67.
- Haaparanta, A., Valtonen, E.T., Hoffmann, R. & Holmes, J. (1996). Do macrophage centres in freshwater fishes reflect the differences in water quality? *Aquatic Toxicology*, 34: 253-272. doi: [10.1016/0166-445X\(95\)00042-3](https://doi.org/10.1016/0166-445X(95)00042-3).
- Harper, C. & Wolf, J.C. (2009). Morphologic Effects of the Stress Response in Fish. *Ilar Journal*, 50(4): 387-396.
- Herraez, M.P. & Zapata, A.G. (1986). Structure and function of the melano-macrophage centres of the goldfish *Carassius auratus*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 12(1-4): 117-26.
- Hodgkinson, J.W., Grayfer, L. & Belosevic, M. (2015). Biology of Bony Fish Macrophages. *Biology*, 4: 881-906. doi: [10.3390/biology4040881](https://doi.org/10.3390/biology4040881).
- Hur, J.W., Woo, S.R., Jo, J.H. & Park, I.S. (2006). Effects of starvation on kidney melano-macrophage centre in olive flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel). *Aquaculture Research*, 37: 821-825.
- Jansson, E. (2002). Bacterial kidney disease in salmonid fish. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, 52 p.
- Joerink, M., Ribeiro, C.M.S., Stet, R.J.M., Hermesen, T., Savelkoul, H.F. J., Wiegertjes & G.F. (2006). Head kidney-derived macrophages of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) show plasticity and functional polarization upon differential stimulation. *Journal of Immunology*, 177: 61-69. doi: [10.4049/jimmunol.177.1.61](https://doi.org/10.4049/jimmunol.177.1.61).
- Katzenback, B.A., Katakura, F. & Belosevic, M. (2012). Regulation of teleost macrophage and neutrophil cell development by growth factors and transcription factors. In: New Advances and Contributions to Fish Biology, H.Türker (Ed.), InTech, Rijeka, Croatia, pp. 97-149.
- Kav, K. & Erganis, O. (2008). Immune system of fishes (in Turkish with English abstract). *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 24(1): 97-106.
- Khalil, R.H., El-Hofy, H.R. & Mahfouz, N.B. (2011). Contribution to Vibriosis in Cultured Eels (*Anguilla anguilla*). *Journal of American Science*, 7(12): 101-110.

- Kim, R. & Faisal, M. (2011). Emergence and resurgence of the viral hemorrhagic septicemia virus (Novirhabdovirus, Rhabdoviridae, Mononegavirales). *Journal of Advanced Research*, 2(1): 9-23. doi:10.1016/j.jare.2010.05.007.
- Kranz, H. (1989). Changes in splenic melano-macrophage centres of dab *Limanda limanda* during and after infection with ulcer disease. *Diseases of Aquatic Organisms*, 6: 167-173.
- Kurtovic, B., Teskeredzic, E. & Teskeredzic, Z. (2008). Histological comparison of spleen and kidney tissue from farmed and wild European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Acta Adriatica*, 49(2): 147-154.
- Lamers, C.H.J. & De Haas, M.J.H. (1985). Antigen localization in the lymphoid organs of carp (*Cyprinus carpio*). *Cell and Tissue Research*, 242: 491-498.
- Ledic-Neto, J., Dotta, G., Garcia, P., Brum, A., Gonçalves T.E.L. & Martins, M.L. (2014). Haematology and melanomacrophage centers of Nile tilapia fed supplemented diet with propolis. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 36(3): 263-269. doi: 10.4025/actasciobiolsci.v36i3.22024.
- Leknes, I.L. (2007). Melano-macrophage centres and endocytic cells in kidney and spleen of pearl gourami and platyfish (Anabantidae, Poeciliidae: Teleostei). *Acta Histochemica*, 109: 164-168. doi:10.1016/j.acthis.2006.10.003.
- Liebe, S., Tomotake, M.E.M. & Ribeiro, C.A.O. (2013). Fish histopathology as biomarker to evaluate water quality. *Ecotoxicology and Environmental Contamination*, 8(2), 09-15.
- Lin, H.T., Lin, H.Y. & Yang, H.L. (2005). Histology and histochemical enzyme-staining patterns of major immune organs in *Epinephelus malabaricus*. *Journal of Fish Biology*, 66: 729-740. doi:10.1111/j.1095-8649.2005.00635.x.
- Magnadottir, B. (2006). Innate immunity of fish (overview). *Fish and Shellfish Immunology*, 20: 137-151.
- Manrique, W.G., Sa Silva Claudiano, G., Petrillo, T.R., Pardi de Castro, M., Pereira Figueiredo, M.A., De Andrade Belo, M. A., Engracia De Moraes, J.R. & Ruas De Moraes F. (2014). Response of splenic melanomacrophage centers of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) to inflammatory stimuli by BCG and foreign bodies. *Journal of Applied Ichthyology*, 30(5): 1-6. doi: 10.1111/jai.12445.
- Marcogliese, D.J. (2005). Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *International Journal for Parasitology*, 35: 705-716.
- Mulero, I., Sepulcre, M.P., Roca, F.J., Meseguer, J., Garcia-Ayala, A. & Mulero, V. (2008). Characterization of macrophages from the bony fish gilthead seabream using an antibody against the macrophage colony-stimulating factor receptor. *Developmental and Comparative Immunology*, 32: 1151-1159. doi:10.1016/j.dci.2008.03.005.
- Ocak, F. (2006). Lenfoid organs and the properties of immune system in fish (in Turkish with English abstract). *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3(1): 61-66.
- Osman, A.G.M., Abd El Reheem, A.M., AbuelFadl, K.Y. & GadEl- Rab, A.G. (2010). Enzymatic and histopathologic biomarkers as indicators of aquatic pollution in fishes. *Natural Science*, 2(11): 1302-1311.
- Passantino, L., Santamaria, N., Zupa, R., Pousis, C., Garofalo, R., Cianciotta, A., Jirillo, E., Acone, E. & Corriero, A. (2014). Liver melanomacrophage centres as indicators of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* L. well-being. *Journal of Fish Diseases*, 37: 241-250. doi:10.1111/jfd.12102.
- Rabbito, I.S., Alves Costa, J.R.M., Silva de Assis, H.C., Pelletier, E., Akaishi, F.M., Anjos, A., Randi, M.A.F. & Oliveira Ribeiro, C.A. (2005). Effects of dietary Pb(II) and tributyltin on neotropical fish, *Hoplias malabaricus*: histopathological and biochemical finding. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 147-15. doi:10.1016/j.ecoenv.2004.03.002.
- Ribeiro, H. J., Procópio, M.S., Gomes, J.M.M., Vieira, F.O., Russo, R.C., Balzuweit, K., Chiarini-Garcia, H., Castro, A.C.S., Rizzo, E. & Corrêa Jr, J.D. (2011). Functional dissimilarity of melanomacrophage centres in the liver and spleen from females of the teleost fish *Prochilodus argenteus*. *Cell Tissue Research*, 346: 417-425. doi:10.1007/s00441-011-1286-3.
- Rodrigues, A.P.O., Pauletti, P., Kindlein, L., Delgado, E.F., Cyrino, J.E.P. & Machado-Neto, R. (2010). Intestinal histomorphology in *Pseudoplatystoma fasciatum* fed bovine colostrum as source of protein and bioactive peptides. *Scientia Agricola*, 67(5): 524-530. doi: 10.1590/S0103-90162010000500005.
- Sakthivel, M., Deivasigamani, B., Kumaran, S., Bal, S., Bamurugan, S. & Rajasekar, T. (2012). Seasonal variation in immune organs and immune response of catfish *Arius maculatus* in Parangipettai coastal area. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(7): 3342-3348.
- Satizabal, L.D. (2013). Melano-macrophage characterization and their possible role in the goldfish (*Carassius auratus*) antibody affinity maturation. Master of Science Thesis, University of Alberta Department of Biological Science, Canada, 121 p.
- Satizabal, L.D. & Magor, B.G. (2015). Isolation and cytochemical characterization of melanomacrophages and melanomacrophage clusters from goldfish (*Carassius auratus*, L.). *Developmental and Comparative Immunology*, 48: 221-228. doi: 10.1016/j.dci.2014.10.003 0145-305X.
- Schwindt, A.R., Truelove, N., Schreck, C.B., Fournie, J.W., Landers, D.H. & Kent, M.L. (2006). Quantitative evaluation of macrophage aggregates in brook trout *Salvelinus fontinalis* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 68: 101-113.
- Solano, F. (2014). Melanins: Skin Pigments and Much More-Types, Structural Models, Biological Functions, and Formation Routes. *New Journal of Science*, 498276: 28. doi: 10.1155/2014/498276
- Stentiford, G.D., Longshaw, M., Plyons, B., Jones, G., Green, M. & Feist, S.W. (2003). Histopathological biomarkers in estuarine fish species for the assessment of biological effects of contaminants. *Marine Environmental Research*, 55: 137-159. doi: 10.1016/S0141-1136(02)00212-X.
- Sures, B. (2008). Environmental parasitology interactions between parasites and pollutants in the aquatic environment. *Parasite*, 15: 434-438.
- Suresh, N. (2009). Effect of cadmium chloride on liver, spleen and kidney melanomacrophage centres in *Tilapia mossambica*. *Journal of Environmental Biology*, 30 (4): 505-508.
- Timur, G., Yardımcı, R.E., Ürkü, Ç. & Çanak, Ö. (2011). Diagnosis of lactococcosis by bacteriological and histopathological methods in farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, L.) at the Marmara region (in Turkish with English abstract). *Istanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 26: 63-81.
- Uribe, C., Folch, H., Enriquez, R & Moran, G. (2011). Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review. *Veterinaria Medicina*, 56 (10): 486-503.
- Van der Oost, R., Beyer, J. & Vermeulen, N.P.E. (2003). Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13: 57-149. doi: 10.1016/S1382-6689(02)00126-6.
- Velkova-Jordanoska, L., Kostoski, G. & Jordanoska, B. (2008). Antioxidative enzymes in fish as biochemical indicators of aquatic pollution. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14(2): 235-237.
- Verburg-Van Kemenade, L.B.M., Groeneveld, A., Van Rens, B.T.T.M. & Rombout, J. H. W.M. (1994). Characterization of macrophages and neutrophilic granulocytes from the pronephros of carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Experimental Biology*, 187: 143-158.
- Whyte, S.K. (2007). The innate immune response of finfish – A review of current knowledge. *Fish and Shellfish Immunology*, 23(6): 1127-1151.
- Wolke, R.E., Murchelano, R.A., Dickstein, C.D. & George, C.J. (1985). Preliminary evaluation of the use of macrophage aggregates (MA) as fish health monitors. *Bulletin of Environmental and Contamination and Toxicology*, 35: 222-227. doi:10.1007/BF01636502.
- Yin, D. (1996). Biochemical basis of lipofuscin, ceroid, and age pigment-like fluorophores. *Free Radical Biology and Medicine*, 21(6): 871-888.
- Zapata, A., Diez, B., Cejalvo, T., Gutierrez-de Frias, C. & Corte, A. (2006). Ontogeny of the immune system of fish. *Fish and Shellfish Immunology*, 20:126-136.

