

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi



Volume 34 Number 4

2017



Ege University Faculty of Fisheries



Instructions for Authors

Scope of the Journal

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

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

Submission of Manuscripts

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

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

Please prepare your manuscript according to the instructions below. Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.

Preparation of Manuscripts

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

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

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

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

Title page

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

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

Abstract

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

Following pages

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

Acknowledgements

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

References

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

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

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

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

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

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

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

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

Journal Articles

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

Özbek, M. & Ulutürk, E. (2017). First record of *Spongilla lacustris* (Porifera: Demospongiae) from the Eastern Black Sea (Uzungöl Lake, Trabzon) (*in Turkish with English abstract*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(3):341-346. doi: 10.102714/egejfas.2017.34.3.14

Books

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

Chapter in Books

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

Proceedings

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

Online Articles

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

Tables and Figures

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

Copyright and License

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

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

Proof Sheets and Offprints

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

Page Charges and Reprints

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

Plagiarism Detection

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

Indexes

EgeJFAS is indexed in TUBITAK ULAKBİM TR Dizin, ESCI, Zoological Records (Clarivate Analytics), DOAJ, EBSCOhost, ASFA, ProQuest, CiteFactor, OAJI, SHERPA/JoMEo, Papyrus, DRJI, Scilit

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 34 Number 4

ISSN 1300-1590

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

- Catching efficiency of multifilament trammel nets with different twisted twine for shrimp fishing in Kotabaru, Indonesia
Ahmadi, Ellysabet Kristina 363-368
- Determination of the quality parameters of African catfish (*Clarias gariepinus*) finger during refrigerated storage
Soğukta depolanan karabalık kroketlerinin kalite parametrelerinin tespiti
Beyza Ersoy Altun, Figen Kaba Güngör 369-373
- Ceyhan Nehri (Adana-Türkiye)'nin farklı bölgelerinden yakalanan Afrika kedi balığı (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)'nda su kalitesinin bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi
Assessment of pollution indicator some hematological biomarkers in African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the Ceyhan River (Adana-Turkey)
Aysel Şahan, Sevkan Özütok, Fatma Çevik 375-382
- Pathogenicity and antibiotic susceptibility of two bacterial pathogens associated with the clam *Tapes decussatus* in some Egyptian fisheries
Bahaa Abdella, Eman El-Wazzan, Nermeen A. El-Sersy, Soraya A. Sabry, Ehab R. El-Helow 383-389
- Determination of quality changes of fish sausage produced from saithe (*Pollachius virens* L., 1758) during cold storage
Mezgitten (*Pollachius virens* L., 1758) üretilen balık soslerinin soğuk muhafaza sırasındaki kalite değişimlerinin belirlenmesi
M. Tolga Dinçer, E. Burcu Şen Yılmaz, Şükran Çaklı 391-399
- High level of micro-plastic pollution in the Iskenderun Bay NE Levantine coast of Turkey
Türkiye'nin kuzeydoğu Levant kıyısındaki Iskenderun Körfezi'nde yüksek düzeyde mikroplastik kirliliği
Sedat Gündoğdu 401-408
- Gökkuşuğu Alabalığı iç organları ve Van Balığı ile hazırlanan balık yemlerinin Gökkuşuğu Alabalıklarının büyüme performansı üzerine etkisi
Effect of fish feed prepared with trout organs and Van Fish on the growth performance of Rainbow Trout
Aslı Çilingir Yeltekin, Ahmet F. Yeltekin 409-414
- Türkiye'de ticari çift kabuklu yumuşakça avcılığında kullanılan av araçları
The fishing gear used in commercial bivalve fishery in Turkey
Serhat Çolakoğlu, Adnan Tokaç 415-421
- Farklı açlık tokluk besleme döngülerinin lepistes (*Poecilia reticulata*) balıklarında cinsiyete göre büyüme performansı ve maliyet üzerine etkileri
Effects of cyclic starvation feeding regimes and gender on growth performance and cost analysis of guppy (*Poecilia reticulata*)
Gürel Türkmen, Onur Karadal 423-430
- Çamaltı Tuzlasının (Sasalı/İzmir) alg florası ve mevsimsel değişimleri
The seasonal changes and algal flora of Çamaltı Saltworks (Sasalı / İzmir)
Edis Kuru, Mustafa Deniz 431-442
- Comparison of the mechanical properties of meat and fish salamis
Et ve balık salamlarının mekanik özelliklerinin karşılaştırılması
M. Tolga Dinçer, Ö. Alper Erdem, E. Burcu Şen Yılmaz 443-449

KISA ARAŞTIRMALAR SHORT COMMUNICATIONS

- Bazı makroalglerin *Drosophila melanogaster*'in hayatta kalışı üzerine etkileri
The effects of some macroalgae on viability of *Drosophila melanogaster*
Şükran Çakır Arıca, Sevil Demirci, Ayşe Özyılmaz, Selda Öz, Ecem Arslantaş 451-454
- Length-weight relationships for 11 fish species from the Central Black Sea, Turkey
Orta Karadeniz'den 11 balık türünün boy-ağırlık ilişkileri
Osman Samsun, Okan Akyol, Tevfik Ceyhan, Yakup Erdem 455-458

TEKNİK NOT TECHNICAL NOTE

- İstilacı balık türü *Pseudorasbora parva* (Temminck ve Schlegel, 1846) Çakıl Balığı'nın Gökçeada (Çanakkale)'dan ilk kaydı
First record for invasive Topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) from Gökçeada (Çanakkale)
İlker Bakaç, Şükran Yalçın Özdilek, F. Güler Ekmekçi 459-462

DERLEMELER REVIEWS

- Yeraltı suyunda alg kültürleri ile nitrat kirliliğinin giderimi
Removal of nitrate from groundwater by using algae culture
Eda Tuna Öztürk, Serdar Göncü 463-467
- Yaşlanma ve alglerin anti-gerontolojik etkileri
Aging and anti-gerontological effects of algae
Şükran Çakır Arıca 469-474



Published by
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey



Su Ürünleri Dergisi Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Sahibi Director

Uğur SUNLU **Dekan V. D. 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

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

Yardımcı Editörler Associate Editors

Okan AKYOL Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Mehmet Alp SALMAN Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Cüneyt SUZER Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Zafer TOSUNOĞLU Ege University Faculty of Fisheries, Turkey
Vahdet ÜNAL Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Teknik Editör Technical Editor

M. Tolga TOLON Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yabancı Dil Editörü Foreign Language Editor

Eren ALKAN Ege University School of Foreign Languages, Turkey

Yayın Kurulu Editorial Board

Ela ATİŞ Ege University, Turkey
Aslı BAŞARAN Ege University, Turkey
S. Serap BİRİNCİOĞLU Adnan Menderes University, Turkey
Javier BORDERÍAS ICTAN-CSIC, Spain
Kurt BUCHMANN University of Copenhagen, Denmark
İbrahim CENGİZLER Çukurova University, Turkey
Melih Ertan ÇINAR Ege University, Turkey
Yılmaz ÇİFTÇİ Ordu University, Turkey
Deniz ÇOBAN Adnan Menderes University, Turkey
Mark DIMECH FAO Fish. Aqua. Dept., Greece
M. Tolga DİNÇER Ege University, Turkey
Özdemir EGEMEN Ege University, Turkey
Ercüment GENÇ Ankara University, Turkey
Ana GORDOA CEAB-CSIC, Spain
Arif GÖNÜLOL Ondokuz Mayıs University, Turkey
Gertrud HAIDVOGL Uni. Nat. Res. Life Sci., Austria
Chiaki İMADA Tokyo Uni. Marine Sci. Tech., Japan
F. Saadet KARAKULAK İstanbul University, Turkey
Tuncer KATAĞAN Ege University, Turkey
Nilgün KAZANCI Hacettepe University, Turkey
Ferah KOÇAK Dokuz Eylül 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
M. Bahadır ÖNSOY Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey
Murat ÖZBEK Ege University, Turkey
Hüseyin ÖZBİLGİN Mersin University, Turkey
Müfit ÖZULUĞ İstanbul University, Turkey
Giuliana PARISI University of Florence, Italy
Hatice PARLAK Ege University, Turkey
Ferit RAD Mersin University, Turkey
Şahin SAKA Ege University, Turkey
Hülya SAYGI Ege University, Turkey
Radu SUCIU Danube Delta National Institute, Romania
Tamás SZABÓ Szent István University, Hungary
William W. TAYLOR Michigan State University, USA
E. Mümtaz TIRAŞIN Dokuz Eylül University, Turkey
Adnan TOKAÇ Ege University, Turkey
Sühendan Mol TOKAY İstanbul University, Turkey
M. Ruşen USTAOĞLU Ege University, Turkey
Mustafa ÜNLÜSAYIN Akdeniz University, Turkey
Hijran YAVUZCAN Ankara University, Turkey
Argyro ZENETOS Hellenic Centre for Marine Research, Greece

Yayın Ofisi

Halise KUŞÇU

Editorial Office

Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

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

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

Basım Printing

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

Basım Tarihi Printing Date

December 15th, 2017

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

Catching efficiency of multifilament trammel nets with different twisted twine for shrimp fishing in Kotabaru, Indonesia

Ahmadi^{1*}  • Ellysabet Kristina²

¹ Faculty of Marine and Fisheries, Lambung Mangkurat University, Indonesia, 70714

² Department of Marine and Fisheries Kotabaru District, Indonesia 72116

* Corresponding author: ahmadi@unlam.ac.id

Received date: 24.05.2017

Accepted date: 04.07.2017

How to cite this paper:

Ahmadi & Kristina, E. (2017). Catching efficiency of multifilament trammel nets with different twisted twine for shrimp fishing in Kotabaru, Indonesia. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):363-368. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.01)

Abstract: Fishing experiments were carried out in Kotabaru of Indonesia to determine catching efficiency of double-twisted and triple-twisted multifilament trammel nets. A total of 10 nets were constructed with the same dimension and inner-outer mesh sizes (40-mm and 80-mm). Trials covered 160-net hauls/type with 1-hour submersion time. The shrimps were composed of *Penaeus monodon*, *Penaeus merguensis*, *Metapenaeus monoserus*, *Penaeus semiculatus* and *Parapenaeopsis sculptilis*. A total of 142.8 kg shrimp comprises 84.46 kg (59.15%) for double-twisted and 58.34 kg (40.85%) for triple-twisted were collected over 16-daytrip sampling period, indicating double-twisted multifilament trammel net was 45% more efficient. The average weight of double-twisted (5.25 ± 1.64 kg) was considerably higher than that of triple-twisted (3.65 ± 1.41 kg) as well as total YPUE of double-twisted (1.056 ± 0.02 kg) was considerably higher than that of triple-twisted (0.729 ± 0.02 kg) ($P < 0.05$). Some recommendations for improving performances and efficiency of trammel nets are made, for example, by inserting the additional bag collector along the lower part of the nets, placing selvedge between the lead line and the net or using underwater lamps associated with the net.

Keywords: double-twisted, triple-twisted, trammel net, weight, YPUE, Kotabaru

INTRODUCTION

The development of fishing technology in Indonesia is in line with the progress of fishing science, including the knowledge of the gear efficiency and catch handling. This knowledge is essential for efficient fishing and better fisheries resource management. Pauly & MacLean (2003) stated that transferring fishing effort from industrial fisheries to small-scale fisheries will have benefits for the socio-economy of the fisheries sector as well as for the ecosystems supporting the fisheries. However, in order for this to be realized, the level of information availability for small-scale fisheries should at least be as high as that of their industrial counterparts. Thus, the need to improve knowledge of small-scale fisheries is urgent.

Recently trammel nets are the most common type of fishing gears that are being used to collect shrimps from different habitats for both research and commercial purposes (Akyol, 2008; Metin et al., 2009; Aydin et al., 2013). Other comprehensive studies in shrimp fisheries sector are also conducted for trawls (Hannah et al., 2015; Xing et al., 2015; Wong et al., 2015; Osawa et al. 2015), liftnet (Abdussamad, 2006; Puspito & Suherman, 2012; Puspito et al., 2015), traps (Calado & Narciso, 2004); lighted trap (Øresland, 2007; Ahmadi, 2012; Ahmadi & Rizani, 2013), and fyke nets (Barko and Habik, 2004; Jin et al. 2007; Zamyatina & Semik, 2015). Trammel nets are also often used to sampling of populations

both marine fishes (Hunt et al., 2012) and freshwater fishes (Balik, 2001). This is because trammel netting is widely considered to be a nonlethal capture technique (Hubert, 1996).

Dealing with catching efficiency, multifilament trammel nets caught on average two times more prawns than monofilament gill nets (Thomas et al., 2003). In trammel net fisheries, the length of net is more important than the height of net for enhancing the weight of shrimp catch, which is similar with the shrimp trawl net (Engas & God, 1989; Dickson, 1993; Ahmadi et al. 2005; De Rezende et al. 2015).

Trammel nets were firstly introduced in Kotabaru District around 1980s in respond to the Presidential Decree No. 39/1980 concerning trawl ban in Indonesia. Prohibition against trawls had an adversely impact on the shrimp exporter industries. Practically, the use of mini trawls is still allowable under the local regulation to support shrimp industries. At the same time, the like of mini trawls (e.g. *cantrang*, *arad*) are also being operated in other provinces bring all consequences. Nowadays, all things considered, the Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia issued the Ministerial Regulation No. 2/2015 to again prohibit fish trawl for the reason of fish resources protection from and against overfishing practices. Trammel nets-based shrimp fisheries

presented opportunity and challenge for replacing trawls in Kotabaru and are considered as alternative environmentally friendly fishing gear. Fishing with trammel nets is on-going throughout the year regardless of the seasonal periods indicating shrimp in this region are available in great abundance. Table 1 clearly shows that the annual production of shrimp in Kotabaru increases proportionally with increasing the number of trammel nets. Thus, improving the catch efficiency of the trammel nets for shrimp fishing in Kotabaru is really necessary.

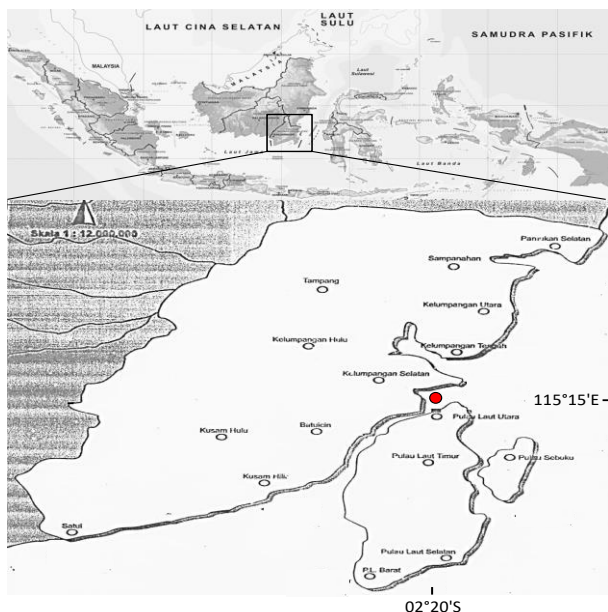


Figure 1. Map showing the location of fishing experiments in Kotabaru, South Kalimantan

There are two types of trammel net twines used in Kotabaru, namely monofilament and multifilament-nylon twines. Recently most of fishermen using multifilament trammel nets for catching shrimp. They believe that the netting twines affecting on the number of shrimp to be caught. For this reason, we conducted actual investigation on trammel nets with double-twisted and triple-twisted multifilament net twines to compare its relative efficiency. Scientifically, catching efficiency of such trammel nets in Kotabaru is still poorly studied.

MATERIALS AND METHODS

The field experiments were carried out in Kotabaru waters located at 02°20'S and 115°15'E (Figure 1). In the present study, a total of 10 trammel nets consisted of 5 double-twisted and 5 triple-twisted multifilament nylons were simultaneously tested for collecting shrimp species from the sea at 12-13.5-m deep. Such treatments give equal chance of success for both nets in terms of catching efficiency. Each type was constructed with two outer walls of 80-mm PA multifilament nylon and one inner wall of 40-mm PA multifilament nylon. The twine diameters of outer and inner walls are 110D/9 and 210D/3 respectively. Individual nets had 30-m long and 2-m deep with hanging ratios of E=0.50 for outer wall and E=0.45 for inner

wall. Each net attached to the head rope and foot rope 32 m long, Ø 2 mm. The float made of foam, circle-shape, 74 pcs; while the sinker made of lead, oval-shape, 74 pcs plus extra 5 kg weigh of cast-cement on otter board.

Table 1. The trend status of shrimp fishing in Kotabaru District during 2011-2015

No	Variables	Year				
		2011	2012	2013	2014	2015
1.	Annual production (ton)	192.94	337.64	590.87	709.04	4,930
2.	Capture fishery households	5,492	5,495	5,945	4,591	9,393
3.	Fishing boats (<5 GT)	4,966	4,970	4,790	3,892	6,749
4.	Number of trammel nets	1,618	2,962	3,368	3,668	3,778

On each sampling date, ten replicates were arranged randomly with the same method and deployed in different locations following day using outboard wooden motor boat (6.5-m long, 1.5-m wide, 1.5-m high, engine of Tianli Dompung 20, China). The fishing spots were about 2-mile from coastal line and the nets left at the bottom sea for about 1-hour. All fishing operations were conducted in the morning and supported by professional fishers. The trials consisted of 160-net hauls/gear type with 1-hour submersion time. Both net types were standardized to a yield per unit effort (YPUE) of total catch (kg) per 16-daytrip. On landing site, the catches were removed separately from each net and then identified for species and measured for weight to determine and compare the YPUEs of trammel net types. The YPUE was calculated using the following equation (Godoy et al., 2003), which is adapted for this study:

$$YPUE = \frac{\sum \text{weight}}{\sum \text{number of nets} * \sum \text{fishing trials}}$$

The daily total and average of all catches are stated in mean ± standard deviation. The weight data analyzed met the assumptions of Lilliefors normality test. The t-test was used to examine whether or not significant difference occurred between the catch weight of individual nets in the same type or that of two trammel nets types tested. All statistical analyses were considered significant at 5% ($P < 0.05$) using SPSS-16.0 software.

RESULTS

A total of 142.80 kg shrimp comprises 84.46 kg (59.15%) for double-twisted multifilament trammel nets and 58.34 kg (40.85%) for triple-twisted were collected over 16-daytrip sampling periods as shown in Table 2. The daily total and average of all catches were also recorded as 8.93 kg and 4.44 kg respectively. The average weight of 160-net hauls/gear type of shrimp captured by double-twisted and triple-twisted

multifilament nets was 5.28 ± 1.64 kg and 3.65 ± 1.41 kg. There was statistically significant difference in the percentage of daily average weight between double-twisted and triple-twisted multifilament nets ($t=5.530$, $df=30$, $P<0.01$). The percentage of daily average weight for double-twisted ranged from 35.31 to

78.30 % and from 21.70 to 64.69 % for triple-twisted multifilament.

The total weight of the captured shrimp was 1.45 times higher for double-twisted multifilament nets than triple-twisted ones ($t=3.022$, $df=30$, $P<0.05$).

Table 2. The descriptive comparison of caught shrimp (kg) between double-twisted (DT) and triple-twisted (TT) multifilament trammel nets over 16-day sampling periods. (YPUE = Yield per Unit Effort)

Number of Trial	Double-twisted multifilament	Triple-twisted multifilament	Daily all catches	Daily average of all catches	DT : TT	P
1	2.6	1.48	4.08	2.04	1.76 : 1	$P>0.05$
2	4.02	2.44	6.46	3.23	1.65 : 1	$P<0.01$
3	3.27	2.66	5.93	2.97	1.23 : 1	$P>0.05$
4	5.1	4.72	9.82	4.91	1.08 : 1	$P>0.05$
5	6	6.65	12.65	6.33	0.90 : 1	$P>0.05$
6	3.45	6.32	9.77	4.89	0.55 : 1	$P<0.01$
7	7	1.94	8.94	4.47	3.61 : 1	$P<0.01$
8	4.3	3.06	7.36	3.68	1.41 : 1	$P>0.05$
9	5.25	3.99	9.24	4.62	1.32 : 1	$P>0.05$
10	8	3.7	11.7	5.85	2.16 : 1	$P<0.05$
11	5.75	3.26	9.01	4.51	1.76 : 1	$P<0.01$
12	7.25	4.06	11.31	5.66	1.79 : 1	$P<0.01$
13	3.42	2.66	6.08	3.04	1.29 : 1	$P>0.05$
14	7.3	4.15	11.45	5.73	1.76 : 1	$P<0.05$
15	6	3.26	9.26	4.63	1.84 : 1	$P<0.05$
16	5.75	3.99	9.74	4.47	1.44 : 1	$P<0.01$
Total (kg)	84.46	58.34	142.8	71.4	1.45 : 1	$P<0.05$
Average (kg)	5.28	3.65	8.93	4.44	1.45 : 1	$P<0.01$
YPUE (kg)	1.056	0.729	0.893	0.888	1.45 : 1	$P<0.05$

Dealing with the ratio of all catches, the double-twisted was considerably higher than triple-twisted across all trials ($P<0.05$), except for the fifth- and sixth-trial (see Table 2). There was significantly difference in the YPUE rate between double-twisted and triple-twisted multifilament ($t=3.041$, $df=30$, $P<0.05$). The total YPUEs gained for double-twisted and triple-twisted multifilament nets were 1.056 ± 0.02 kg and 0.729 ± 0.02 kg respectively. In addition, it was also clearly visible in the ratio of daily average YPUEs to the mesh size of inner wall where double-twisted was significantly higher than triple-twisted ($t=3.023$, $df=30$, $P<0.05$) as plotted in Figure 2.

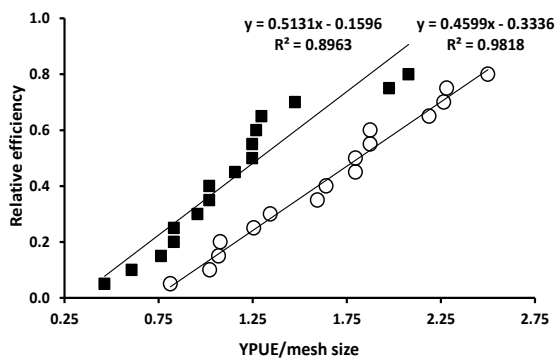


Figure 2. The relationship between relative efficiency and the ratio of daily average YPUE to mesh size (40-mm) of double-twisted (○) and triple-twisted (■) multifilament trammel nets

The relationships between the relative efficiency and the ratio of YPUEs to mesh size of double-twisted and triple-twisted were expressed in the following linear equations: $y = 0.4599x - 0.3336$ ($R^2 = 0.9818$) and $y = 0.5131x - 0.1596$ ($R^2 = 0.8963$), respectively. Figure 3 shows the daily total weight of both typical nets and percentage of daily YPUE gained over 16-daytyp periods. The data points of daily total weight spread on the figure didn't seem to be linear ($R^2 = 0.1825$) and implied that the abundance of shrimp is different from one to other fishing spots. Meanwhile the data points of percentage of daily YPUE seem definite linear regression ($R^2 = 1$), which meant that the proportion of weight of double-twisted was considerably higher than triple-twisted. It was determined in this study that the effect of double-twisted multifilament net twine on efficiency of trammel nets was found to be 45% more efficient than triple-twisted multifilament net twine for catching shrimp in this region. The weight of shrimp catch between individual nets within the same type of trammel nets were not found statistically different ($P>0.05$).

The catches composition included tiger prawn (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798), white shrimp (*Penaeus merguensis* De Man, 1888), brown shrimp (*Metapenaeus monoserus* Fabricius, 1798), green tiger prawn (*Penaeus semiculatus* de Haan, 1844), and rainbow shrimp (*Parapenaeopsis sculptilis* Heller, 1862). All shrimp species are readily available

market particularly for shrimp processing industries in Kotabaru as shrimp frozen export products.

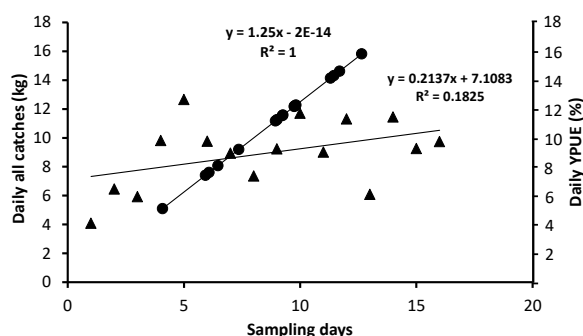


Figure 3. The daily all catches of double-twisted and triple-twisted multifilament trammel nets (▲) and percentage of daily YPUE (●) of double-twisted over triple-twisted during 16-daytrip periods

DISCUSSION

The catching efficiency of trammel nets is much influenced by the twine materials, the colour of material, mesh size, hanging ratio, tension acting on the net due to buoyancy of floats, visibility of netting, change in the shape of netting by the current and others (Klust, 1982; Koike & Matuda, 1988). The twine material should be carefully chosen in order to have a flexibility of netting structure, high breaking strength, lesser visibility, softness, and knot strength. However, there is no ideal material having all the desired properties, and therefore, the selection of the best available material for a specific purpose is important.

In the present study, double-twisted multifilament trammel net is 45% more efficient than triple-twisted due to the higher elasticity and flexibility of the thinner twine. It is practically accepted that the diameter and material of twine can influence visibility, elasticity and flexibility of both gillnet and trammel net (Balik & Çubuk, 2000; Holst et al., 2002). Typically, monofilament is more elastic and more efficient than multifilament due to smaller twine diameter (Karlsen & Bjarnason, 1986; Ayaz et al., 2011) and is less visible (Backiel & Welcomme, 1980; Radhalakshmi & Gopalan Nayar, 1985) explaining the primary differences in efficiency between these twine materials. Thus, the catching efficiency of monofilament trammel nets is higher than multifilament for catching fish species (Wudianto et al., 1988; Balik, 2001). Meanwhile Matsuo (1995) explained that the catch ability of the multifilament nylon was better than the monofilament nylon for gilled capture of croaker species. Thus, information on the catching efficiency of trammel nets is inconsistent, which is depending on the targeted species, net webbing, selectivity mechanism or experimental conditions.

In our observation, trammel net fishing with double-twisted multifilament seemed to be more suitable for keeping the catch shrimp with intact condition. Despite many benefits of using double-twisted multifilament, they may not be appropriate in all

situations. This typical net has also limitations like all sampling devices. It was less durable and not repairable. Fishermen said that the use of such net only for about one month, while another prevail up to three months. Therefore, it is a great challenge for the local netting factory to produce multi-monofilament with high breaking strength, more elastic and more durable. According to Hovgard & Lassen (2000), nylon multi-monofilament is made of a number of monofilament nylon thread or monofilaments in parallel. Multi-monofilament nets are generally considered the most efficient as the use of thin parallel threads make the net softer than monofilament or multifilament. It makes multi-monofilament nets more flexible underwater. Such type of net can be recently seen in the millennium gillnet fisheries (Rakhmadevi et al., 2008).

The size and type of trammel nets used in the present study are the same as those used by local fishermen. The inner panel mesh size of 40-mm of both net types is considered suitable for catching shrimp species in Kotabaru waters. Such mesh size is slightly larger than minimum mesh size regulation of 38-mm. We observed that the outer panel mesh size (80-mm) used in the trials did not significantly affect the catch characteristics in terms of catch weight and species composition as well as the size selectivity of the trammel nets. Its function is more or less as a temporary 'bag' when shrimp entangled in the net. Fujimori et al. (1996) observed the fishing mechanism on how kuruma prawn (*Penaeus japonicus*) becomes entangled in a trammel net with monofilament nylon in a small water tank. First, the prawn slowly crawls forward and approaches the edge of the trammel net. On contact with the inner and/or outer part of the net, the prawn jumped backwards to avoid the net. However, if in this process the rostrum or appendages entangles, then the prawn on further struggling tangles with the mesh and is caught. The probability that an appendage of the prawn touches and entangles with the net is assumed to be related to the body length and the mesh size.

Selectivity analysis is not performed in this study since both typical nets had the same mesh size (40-mm), and therefore a comparison within a mesh size is not possible. To the best knowledge of the authors, there is no study on the selectivity properties of trammel nets for shrimp fisheries in Kotabaru, so far. For this reason, we intend to conduct a series of the trammel net fishing with different mesh sizes. The observation includes the age class group corresponding to the mesh sizes as well as determination of allometric growth pattern and condition factor of shrimp. Practically trammel net or gillnet with the same nominal mesh sizes but different twine thicknesses will possibly result in different mesh openings during the fishing operation. Ayaz et al. (2011) investigated the effect of twine thickness on the selectivity of multifilament gillnet when targeting Bogue (*Boops boops* L), and found that the 22 mm mesh size net (0.45 mm Ø) captured significantly larger fish than the 23 mm mesh size net (0.54 mm Ø), due to the higher elasticity and flexibility of the thinner twine. Park et al. (2011)

found that the size selectivity of the trammel net and gillnet was significantly different with only 0.2 cm difference in the modal length.

Among technical problem beyond our observation is that we cannot precisely estimate the amount of shrimp get out of the nets (after being caught) and then fall to the seabed particularly when the nets are being lifted on board. For this reason we plan to attach the additional net as 'bag collector' along the lower part of trammel nets to accommodate shrimps that released from the nets. By doing this, the catch ratio between shrimp entangled in the net and shrimp dropped into the 'bag collector' is comparable. This includes investigation of the effect of soaking time in such trammel net at different depth of the sea, and the results are still open for discussion. Placing selvedge between the lead line and the net is also good option to reduce discards. Metin et al. (2009) used selvedge to decrease discards of crustaceans and gastropods in prawn (*Melicertus kerathurus*) trammel nets in Izmir Bay of Turkey, and successfully reduced discards by 40%. More site-specific studies for testing trammel net models would be required to determine the optimum fishing levels that would satisfy fisheries and nature conservation interests in Kotabaru. Innovation in this fishery can also be served through the use of LED underwater lamps associated with trammel net during nighttime produces many predictable results. This is a great challenge for us (Ahmadi, 2012) since there are no reports on the phototactic response in shrimp and its application in Kotabaru, so far. It is also greatly possible to increase the efficiency of trammel net by changing the way of catching from passive to active method, where the trammel nets (with various mesh sizes or different webbing materials) towed encircling and swept over the sea

bottom of fishing ground. In Banten of West Java, the sweeping method had been proved to have a better catch than the passive method (Wudianto, 1985), while in Kotabaru, it has not been reported. In doing so, more detailed data are needed to analyze the factors leading to these variations. For better fisheries management, the development of the trammel net fishery must not only be addressed to increase its productivity but also directed to improve its selectivity performance as well as to reduce the bycatch (non-targeted species).

CONCLUSION

The present study clearly demonstrates that trammel nets fishing with double-twisted multifilament net twine was 45% more efficient than triple-twisted multifilament net. This is because double-twisted multifilament net is softer and more flexible resulting in the catches is entangled. The twisting reduces the elasticity of triple-twisted multifilament. The YPUE gained for double-twisted was considerably higher than triple-twisted multifilament nets. The use of double-twisted multifilament trammel net will create more economic fishing activity for the local fishermen in supporting shrimp processing industry in Kotabaru, but it should be controlled regularly by the local authority to make sure over-fishing is not happened.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to Mr. Muhammad Rizky Masmahardie for their valuable time during the research. Thanks are also due to the skipper and his crew for their cooperation during fishing experiments. The authors also wish to acknowledge the constructive criticism of anonymous reviewers.

REFERENCES

- Abdussamad, E.M. (2006). Ingression, abundance and settlement dynamics of Penaeid shrimp postlarvae in backwaters and adjacent tidal ponds in Cochin, India. *Bangladesh Fisheries Research*, 10(2):151-158.
- Ahmadi, Fuwa, S., Ebata, K. & Budiman, J. (2005). Comparative study on the performance of Lampara Dasar (Indonesia traditional bottom trawls). *Member of Faculty Fishery Kagoshima University*, 54:45-56.
- Ahmadi. (2012). Catch efficiency of low-powered incandescent light and LED light traps fishing in Barito River of Indonesia. *Kasetsart University, Fisheries Research Bulletin*, 36(3):1-15.
- Ahmadi & Rizani, A. (2013). Light traps fishing in Sungai Sipai flood swamp of Indonesia: Recommendations for future study. *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 37(2), 17-30.
- Akyol, O. (2008). Fish by-catch species from coastal small-scale shrimp trammel net fishery in the Aegean Sea (Izmir Bay, Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 24(3):339-341. doi: [10.1111/j.1439-0426.2008.01066.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01066.x)
- Ayaz, A., Altinagac, U., Ozekinci, U., Ozen, O., Altin, A. & Ismen, A. (2011). Effect of twine thickness on selectivity of gillnets for bogue, *Boops boops*, in Turkish waters. *Mediterranean Marine Science*, 12(2):358-368. doi: [10.12681/mms.37](https://doi.org/10.12681/mms.37)
- Aydin, I., Gokce, G. & Metin, C. (2013). Using guarding net to reduce regularly discarded invertebrates in trammel net fisheries operating on seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) in Izmir Bay (Eastern Aegean Sea). *Mediterranean Marine Science*, 14(2):282-291. doi: [10.12681/mms.425](https://doi.org/10.12681/mms.425)
- Backiel, T. & Welcomme, R. L. (1980). *Guidelines for Sampling Fish in Inland Waters*. FAO, EIFAC Technical Paper No. 33, 53 p.
- Balik, I. & Çubuk, H. (2000). Efficiency of capture of tench, *Tinca tinca* L. by trammel nets of monofilament and multifilament net twine combinations. *Fisheries Management and Ecology*, 7(6):515-521. doi: [10.1046/j.1365-2400.2000.00216.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2400.2000.00216.x)
- Balik, I. (2001). Comparison of Seasonal Catch Per Unit Efforts for Mono- and Multifilament Trammel Nets in Lake Beyehir. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 1, 17-21.
- Barko, V.A. & Hrabik, R.A. (2004). Abundance of Ohio Shrimp (*Macrobrachium ohione*) and Glass Shrimp (*Palaemonetes kadiakensis*) in the Unimpounded Upper Mississippi River. *American Midland Naturalist*, 151(2):265-273. doi: [10.1674/0003-0031\(2004\)151\[0265:AOSMOJ\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2004)151[0265:AOSMOJ]2.0.CO;2)
- Calado, R. & Narciso, L. (2004). An inexpensive baited trap for collecting cryptic decapod crustaceans. *Crustaceana*, 77(3):341-351. doi: [10.1163/1568540041181510](https://doi.org/10.1163/1568540041181510)
- Dickson, W. (1993). Estimation of the capture efficiency of trawl gear. II: Testing a theoretical model. *Fisheries Research*, 16(3):255-272. doi: [10.1016/0165-7836\(93\)90097-Q](https://doi.org/10.1016/0165-7836(93)90097-Q)
- De Rezende, G. A., Neunfeld, A. L., Estima, S. C. & Dumont, L. F. C. (2015). Size structure of the pink shrimp, *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda: Penaeoidea), in a subtropical estuary: an

- assessment motivated by demand from fishermen. *Pan-American Journal of Aquatic Science*, 10(2):105-115.
- Engas, A. & God, O. R. (1989). The effect of different sweeps on length composition of bottom sampling trawl catches. *Journal du Conseil / Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 45:263-268. doi: [10.1093/icesjms/45.3.263](https://doi.org/10.1093/icesjms/45.3.263)
- Fujimori, Y., Tokai, T., Hiyama, S. & Matuda, K. (1996). Selectivity and gear efficiency of trammel nets for kuruma prawn (*Penaeus japonicus*). *Fisheries Research*, 26:113-120. doi: [10.1016/0165-7836\(95\)00392-4](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00392-4)
- Godøy, H., Furevik, D. & Lokkeborg, S. (2003). Reduced by catch of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the gillnet fishery for cod (*Gadus morhua*) in northern Norway. *Fisheries Research*, 62:337-384. doi: [10.1016/S0165-7836\(02\)00281-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00281-3)
- Hannah, R.W., Lomeli, M.J.M. & Jones, S.A. (2015). Tests of artificial light for bycatch reduction in an ocean shrimp (*Pandalus jordani*) trawl: strong but opposite effects at the footrope and near the bycatch reduction device. *Fisheries Research*, 170:60-67. doi: [10.1016/j.fishres.2015.05.010](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.05.010)
- Holst, R., Wileman, D. & Madsen, N. (2002). The effects of twine thickness on the size selectivity and fishing power of Baltic cod gill nets. *Fisheries Research*, 56(3):303-312. doi: [10.1016/S0165-7836\(01\)00328-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00328-9)
- Hovgaard, H. & Lassen, H. (2000). *Manual estimation of selectivity for gill net and longline gears in abundance surveys*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 397, 84 p.
- Hubert, W.A. (1996). Passive capture techniques. In B.R. Murphy and D.W. Willis (eds), *Fisheries techniques* (pp.157-192), Second edition. American Fisheries Society Bethesda, MD.
- Hunt, T.A., Ward, D.L., Propper, C.R. & Gibb, A.C. (2012). Effects of Capture by Trammel Net on Colorado River Native Fishes. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 3(1):133-141. doi: [10.3996/122011-JFWM-070](https://doi.org/10.3996/122011-JFWM-070)
- Jin, B.S., Fu, C.Z., Zhong, J.S., Chen, J.K. & Wu, J.H. (2007). Effect of Fyke net mesh size and sampling period on the catch of nekton in an intertidal creek. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 31:39-44.
- Karlsen, L. & Bjarnason, B.A (1986). Small-scale Fishing with Driftnets. FAO Fisheries Technical Paper No: 284, 64 p.
- Klust, G. (1982). *Netting Materials for Fishing Gear*. Second edition, FAO, 175p.
- Koike, M. & Matuda, K. (1988). Catching efficiency of a trammel net with different vertical slackness and mesh size of inner net. In *World Symposium: on Fishing Gear and Fishing Vessel Design* (pp. 468-472). Canada: Marine Institute St. John's Newfoundland. Proceeding Book.
- Matsuoka, T. (1995). Selectivity of fishing gear and its application for sustainable development of fisheries. Kagoshima University, Japan. 31 p.
- Metin, C., Gokce, G., Aydin, I. & Bayramic, I. (2009). Bycatch reduction in trammel net fishery for prawn (*Melicerus kerathurus*) by using guarding net in İzmir Bay on Aegean Coast of Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 9:133-136.
- Øresland, V. (2007). Description of the IMR standard light trap and the vertical distribution of some decapod larvae (*Homarus* and *Nephrops*). *Western Indian Journal of Marine Science*, 6:225-231.
- Osawa, Y., Aoki, M.N., Bauer, R.T. & Thiel, M. (2015). Numbers and sizes of the shrimp *Rhynchocinetes uritai* Kubo, 1942 (Decapoda: Caridea) caught in bait and refuge traps. *Journal of Crustacean Biology*, 35(6):768-775. doi: [10.1163/1937240X-00002374](https://doi.org/10.1163/1937240X-00002374)
- Park, H.H., Millar, R.B., Bae, B.S., An, H.C., Chun, Y.Y., Yang, J.H. & Yoon, S.C. (2011). Size selectivity of Korean flounder (*Glyptocephalus stelleri*) by gillnets and trammel nets using an extension of SELECT for experiments with differing mesh sizes. *Fisheries Research*, 107:196-200. doi: [10.1016/j.fishres.2010.10.020](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.10.020)
- Pauly, D. & MacLean, J. (2003). In a Perfect Ocean - The State of Fisheries and Ecosystems in the North Atlantic Ocean. Island Press, Washington, 175 p.
- Puspito, G. & Suherman, A. (2012). Effectiveness of Fluorescent Lamp on Lift Net Fishery. *Journal of Applied Science Research*, 8(9):4828-4836.
- Puspito, G., Thenu, I. M., Julian, D., & Tallo, I. (2015). Utilization of light-emitting diode lamp on lift net Fishery. *AACL Bioflux*, 8(2):159-167.
- Rakhmadevi, C.C., Purbayanto, A. & Sondita, M.F.A. (2008). Studies on Capture Process and Fish Behaviour towards Millennium Gill Net in Bondet Waters, Cirebon. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 14:1-6. doi: [10.15578/irfj.14.1.2008.1-6](https://doi.org/10.15578/irfj.14.1.2008.1-6)
- Thomas, S.N., Edwin, L. & George, V.C. (2003). Catching efficiency of gill nets and trammel nets for penaeid prawns. *Fisheries Research*, 60(1):141-150. doi: [10.1016/S0165-7836\(02\)00057-7](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00057-7)
- Wong, B.Y., Ong, H.K.A. & Khoo, G. (2015). Length-Weight Relationships of *Acetes* spp. sampled along the West Coast of Peninsular Malaysia. *Sains Malaysiana*, 44:379-386. doi: [10.17576/jsm-2015-4403-09](https://doi.org/10.17576/jsm-2015-4403-09)
- Wudianto. (1985). An Experiment on the Operation Method of Pocket Net (Jaring Kantong) in Banten water. *Marine Fisheries Research Journal*, No. 33. Jakarta: Marine Fisheries Research Institute.
- Wudianto, Widodo, A.P.A. & Nasution, C. (1988). The Effect of the use of monofilament twine as material of trammel net to Banana shrimp catch. *Marine Fisheries Research Journal*, No. 48. Jakarta: Marine Fisheries Research Institute.
- Xing, B., Qi, Y. & Lin, Z. (2015). Study on cod-end mesh selectivity of beam shrimp trawl in Panjin sea area. *Fishery Modernization*, 42(1):57-60.
- Zamyatina, E.A. & Semik, A.M. (2015). Studies of ichthyofauna composition as by-catch in the fyke nets during the research catch of the grass shrimp (*Palaemon adspersus*) in the coastal areas off the Crimean Peninsula. *Proceedings of the Southern Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography*, 53:92-9.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Determination of the quality parameters of African catfish (*Clarias gariepinus*) finger during refrigerated storage

Soğukta depolanan karabalık kroketlerinin kalite parametrelerinin tespiti

Beyza Ersoy Altun*  • Figen Kaba Güngör

Faculty of Marine Sciences and Technology, Iskenderun Technical University, Hatay, Turkey

* Corresponding author: beyza.altun@iste.edu.tr

Received date: 24.05.2017

Accepted date: 24.07.2017

How to cite this paper:

Ersoy Altun, B & Kaba Güngör F. (2017). Determination of the quality parameters of African catfish (*Clarias gariepinus*) finger during refrigerated storage. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):369-373. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.02](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.02)

Abstract: The quality parameters and shelf life of African Catfish (*Clarias gariepinus*) fingers during the storage at +4 °C were investigated in terms of sensory, chemical and microbiological changes. Sensory, chemical [pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N)] and microbiological (total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), total yeast and mold, coliform bacteria and salmonella) analyses were performed during the storage. pH values decreased significantly ($p < 0.05$); on the other hand TVB-N value increased statistically. These values were lower than the acceptable limits at the end of the 21-days of storage. Sensory scores declined to lower than acceptable limit of consumption after 12th day of the storage. Microbiological values were lower than maximum limits during the 12-days of storage of fish finger. TAMB level exceeded 7 log cfu/g after 12 days. At the end of the storage period, pH, TVB-N, TAMB, total yeast and mould were determined as 5.88, 31.75 mg N/100, 8.18 log cfu/g and 5.87 log cfu/g, respectively. It was also concluded that African catfish is a good source for producing fish finger and its products could be stored in a refrigerator (at +4 °C) for at least 12 days.

Keywords: *Clarias gariepinus*, fish finger, chilled storage, quality parameters

Öz: +4 °C'de depolama boyunca karabalık kroketlerinin (*Clarias gariepinus*) kalite parametreleri ve raf ömrü duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik değışiklikler bakımından araştırılmıştır. Depolama süresince duyuşal, kimyasal [pH, toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N)] ve mikrobiyolojik (toplam aerobik mezofilik bakteri, toplam maya-küf, koliform bakteri ve salmonella) analizleri gerçekleştirilmiştir. TVB-N değeri istatistik olarak önemli ölçüde ($p < 0.05$) artmasına rağmen, pH değeri azalmıştır. Bu değeler 21 günün sonunda kabul edilebilir limitlerin altında kalmıştır. Duyuşal skorlar 12 gün sonra tüketilebilirlik limitinin altında tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik değeler 12 günlük depolama boyunca kabul edilebilir değelerden daha düşük bulunmuştur. TAMB seviyesi 12 günden sonra 7 log kob/g'ı aşmıştır. Depolama periyodu boyunca pH, TVB-N, TAMB, toplam maya ve küf değeri sırasıyla 5.88, 31.75 mg N/100, 8.18 log kob/g ve 5.87 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Karabalığın balık kroket üretimi için iyi bir kaynak olduğu ve bu ürünlerin buzdolabında en az 12 gün depolanabileceği (+4 °C) tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Clarias gariepinus*, balık kroket, soğuk depolama, kalite parametreleri

INTRODUCTION

African catfish (*Clarias gariepinus*), which has a wide distribution from the South and Central Africa to the Middle East and Turkey, is a common commercial species in the southern region of Turkey, especially in Hatay province. 486 tons of African catfish were caught in 2007 (Anonymous, 2007) which were consumed locally. Hence, African catfish is an important source of cheap and high-quality protein for the region.

In recent years, the increase of world population, socioeconomic factors and increase of numbers of working women have led to consumer's preference to ready-to-eat foods. Fish finger is one of ready-to-eat foods. Fish fingers, known as fish sticks are processed food made using a whitefish such as cod, haddock or pollock which have been battered or breaded. They are commonly available in the frozen food section of supermarkets and on children's menus in family-

oriented restaurants. They can be baked in the oven, grilled, shallow fried, or deep-fried (FAO/WHO, 1989). Some reports have focused on quality changes of fish fingers during processing and frozen storage (Çaklı et al., 2005; Gökoğlu and Yerlikaya, 2009; Elyasi et al., 2010; Berik et al., 2011; İzci et al., 2011). Ersoy and Yılmaz (2003) investigated frozen storage of fish balls from African catfish as the storage of an alternative product. Ersoy (2000) also studied refrigerator shelf life conditions of African catfish balls. However, there are no studies on fish fingers produced from African catfish mince.

The aim of this study was to produce fish fingers from African catfish, because of their suitability in producing fish fingers, and to investigate the sensory, chemical and microbiological quality changes of the fish fingers during refrigerated storage.

MATERIALS AND METHODS

Sample preparation

African catfish *C. gariepinus* captured from Lake Gölbaşı in Turkey was used for this study. A total 10 kg fish comprised of 31 individuals, 120 ± 2.25 g in weight and 4.47 ± 1.14 cm in length, was transported to laboratory in ice boxes following the capture.

Fish were gutted, washed with tap water, skinned, filleted and cut into pieces. Flesh yield was 40% and 4 kg. Obtained flesh was minced at room temperature with a Blue House BH560MG (1600 W) grinder using a 3 mm diameter holes plate.

Fish fingers were produced as 25 gr products. Each included 73% fish mince, 12% potato, 6% milk, 0.5% bread, 1.2% semolina, 0.24% cumin, 0.24% coriander, 0.48% salt, 6% wheat flour. The ingredients were homogenized with blender for 3 minutes and shaped into fish fingers. A total of 220 catfish fingers were produced and covered with conventional breading crumbs before pre-frying in 1 lt sun flower oil at 180°C for 60 s. Fish fingers were cooled at room temperature. Four catfish fingers (75x50 mm) were packaged in a foam plate (21x12x3 cm in size) and wrapped with cling film. They were stored at $+4^\circ\text{C} \pm 1$ for 21 days.

The initial sensory quality as well as chemical and microbiological quality of catfish fingers were performed at day 0. All of the analyses were performed in triplicates in an air conditioned laboratory at 18°C .

Sensory analysis

Sensory quality of fish fingers produced from mince was assessed by six trained persons. Fish fingers were deep-fried with sunflower oil until they were cooked and then they were served to the panelists to evaluate the sensory attributes of the samples. Sensory evaluation was carried out according to Kurtcan and Gönül (1987). Panelists scored for appearance, colour, odour, texture, flavour and general acceptability, using a five-point. The overall quality evaluation criteria as follows: 5 very good, 4 good, 3 medium, 2 acceptable limit of consumption, 1 below consumption limits.

Chemical analysis

pH value was measured as described by Lima Dos Santos et al. (1981), by using a digital pH meter (Orion 420 A). Total volatile basic nitrogen (TVB-N, mg N/100 g) values were determined, as described by Botta et al. (1984).

Microbiological analysis

For all microbiological counts, 10 g of sample was taken and transferred into 90 ml peptone water (0.1% peptone, Oxoid L 37) and homogenized for 3 minutes. Further decimal serial dilutions were prepared from this homogenate. TAMB count was determined by using the pour plate method. Plate Count Agar (PCA, Oxoid) was used as medium. Plates were incubated at 37°C for 48 h (Harrigan, 1998). Potato Dextrose Agar was used as the medium for total mould-yeast counts. Plates were incubated at 21°C for 120 h (Oxoid, 1982). Violet Red Bile Agar (Difco B12) was used for the coliform bacteria count. The samples were incubated at 30°C for 24 h and the red precipitation zones that occurred during incubation were counted (ICMSF, 1982). For salmonella sp., samples were taken and transferred into peptone water and homogenized. Then samples were incubated at 37°C for 24 h in Triple Sugar Iron Agar (TSIA) (Oxoid, CM 277) and Lysine Iron Agar (LIA) (Oxoid, CM 381) medium. The typical colonies were evaluated (ICMSF, 1982).

Statistical analysis

Analysis of variance was used to evaluate the analysis data and significant differences among means were determined by One-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's Multiple Range Test ($p=0.05$) (SPSS 16.0 for windows). Duncans multiple range test for chemical quality and the Kruskal-Wallis for sensory quality were used to find significant differences between storage periods.

RESULTS

Table 1 shows total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), salmonella, coliform bacteria, total yeast and mould counts of fish fingers during refrigerated storage.

Table 1. Microbial changes of fish finger during storage at 4°C

Storage Period (Day)	TAMB	Salmonella	Coliform bacteria	Total yeast and mould
0	3.87 ± 0.06^a	Nd	Nd	1.63 ± 0.05^a
3	4.03 ± 0.02^{ab}	Nd	Nd	1.81 ± 0.08^a
6	4.27 ± 0.06^b	Nd	Nd	2.22 ± 0.04^b
9	5.36 ± 0.09^c	Nd	Nd	2.53 ± 0.05^b
12	6.09 ± 0.04^d	Nd	Nd	3.36 ± 0.09^c
15	7.19 ± 0.06^e	Nd	Nd	4.15 ± 0.09^d
18	7.83 ± 0.03^f	Nd	Nd	5.08 ± 0.06^e
21	8.18 ± 0.04^g	Nd	Nd	5.87 ± 0.06^f

At day 0 TAMB count and, total yeast-mould counts of fish fingers were determined as 3.87 log cfu/g and 1.63 log cfu/g, respectively. However, total coliform bacteria and salmonella were not detected (Table 1).

TAMB of the fish fingers stayed around 3.87–6.09 log cfu/g at the end of the 12 days of cold storage. These values were found to be 8.18 log cfu/g at the end of the storage.

Total yeast and mold significantly ($P<0.05$) increased during storage.

Yeast and mold was found to be 3.36 log cfu/g on 12th day of the storage.

The pH value of fish finger was found to be 6.80 at day 0 (Table 2). After storage period, the pH value of fish finger was significantly ($p<0.05$) decreased and this value was found to be 5.88 at the end of the 12th day of the storage. The TVB-N value of catfish fingers was measured as 6.06 mg/100 g at the beginning of the storage. Significant ($P<0.05$) increase was observed in TVB-N values during storage period (Table 2).

Table 2. pH and TVB-N values of fish finger during storage at 4°C (mg N/100)

Storage Period (Day)	pH	TVB-N (mg N/100)
0	6.80±0.00 ^a	6.06±0.01 ^e
2	6.78±0.00 ^a	10.21±0.00 ^{de}
5	6.74±0.01 ^a	12.05±0.01 ^{cde}
7	6.69±0.01 ^a	17.60±0.11 ^{bcd}
9	6.40±0.00 ^b	20.49±0.11 ^{bc}
12	6.36±0.01 ^{bc}	23.05±0.00 ^{ab}
14	6.28±0.00 ^{bc}	23.17±0.06 ^{ab}
16	6.22±0.01 ^c	25.99±0.00 ^{ab}
19	5.98±0.01 ^d	27.24±0.01 ^{ab}
21	5.88±0.01 ^d	31.75±0.11 ^a

^aValues are shown as mean ± standard deviation of triplicates, n=3

^bwithin the column values with different letters are significantly different ($P<0.05$)

Sensory changes and overall acceptability of fish fingers produced from catfish are given in Table 3. According to the

results of overall sensory evaluation of fish fingers significantly declined after the 12 days of cold storage period ($p<0.05$).

Table 3. Sensory changes of fish finger during storage at 4°C

Days	Appearance	Colour	Odour	Texture	Flavour	General Acceptability
0	4.8±0.2 ^a	4.8±0.2 ^a	4.7±0.2 ^a	4.7±0.2 ^a	4.8±0.2 ^a	4.7±0.2 ^a
2	4.7±0.2 ^a	4.5±0.2 ^{ab}	4.3±0.2 ^{ab}	4.3±0.2 ^{ab}	4.2±0.2 ^{ab}	4.3±0.2 ^{ab}
5	4.2±0.3 ^{ab}	4.0±0.3 ^b	3.8±0.2 ^{bc}	3.7±0.2 ^{bc}	3.8±0.3 ^b	3.8±0.3 ^b
7	3.8±0.2 ^{bc}	3.8±0.4 ^b	3.7±0.2 ^c	3.3±0.2 ^c	3.5±0.2 ^b	3.7±0.2 ^b
9	3.3±0.2 ^c	2.8±0.3 ^c	3.3±0.2 ^c	3.2±0.3 ^c	2.7±0.2 ^c	2.8±0.2 ^c
12	1.8±0.3 ^d	2.3±0.2 ^{cd}	2.0±0.2 ^d	2.0±0.3 ^d	1.8±0.3 ^d	2.0±0.4 ^d
14	1.3±0.2 ^{de}	1.7±0.2 ^{de}	1.5±0.2 ^d	—	—	1.2±0.2 ^e
16	1.0±0.0 ^e	1.0±0.2 ^e	1.0±0.0 ^e	—	—	1.0±0.0 ^e
19	1.0±0.2 ^e	1.0±0.0 ^e	1.0±0.0 ^e	—	—	1.0±0.0 ^e
21	1.0±0.0 ^e	1.0±0.0 ^e	1.0±0.0 ^e	—	—	1.0±0.0 ^e

^aValues are shown as mean ± standard deviation of triplicates, n=6

^bwithin the column values with different letters are significantly different ($P<0.05$)

DISCUSSION

TAMB and salmonella were not detected. It was reported by other authors (Sowmya Praneetha et al., 2015) that pathogenic bacteria like *Salmonella* and *Escherichia coli* were not detected in fish finger during the entire period of refrigerated temperature. Absence of other pathogenic bacteria like *Salmonella* and *Escherichia coli* might be due to flash frying of the product. Total aerobic mesophylic bacteria level did not

exceed the maximum limits (7 log cfu/g) of microbiological criteria for fresh fish given by the International Commission on Microbiological Specifications for Foods. The maximum log cfu for breaded and precooked fish products (fish sticks, fish cakes) was given as 7 log cfu/g (ICMSF, 1978). In this study the TAMB counts of the fish fingers were lower than the maximum limit until 12th day. Similar to our results, Patir et al. (2009) found that the numbers of total aerobic mesophilic bacteria were 5.04 log cfu/g on the day zero. The number increased rapidly in shrimp

fingers stored at 4° C and reached to 6.50 log cfu/g on the 3rd day. The number of mould and yeast of shrimp finger stored at the 4° C increased from 1.73 log cfu/g to 2.22 log cfu/g at the end of 3 days. The same increase of bacterial count was observed by various researchers in different fish products stored in refrigerated condition (Taskaya et al., 2003; Kılınç, 2007; Baygar et al., 2008). Similar to our results, TAMB and Psychrophilic bacteria level did not exceed the maximum level of 7 log. cfu/g of meat as described by the ICMSF (1978).

This increase is thought due to spices and additives used in making fish finger. This conclusion implies that sensory analysis correlated with the microbiological analysis of the samples.

The pH value does not offer a certain criterion of spoilage. It has to be supported by other chemical, sensory and microbiological analysis. The pH value of fresh fish is often between 6.0-6.5 (Schormüller, 1968; Ludorf and Meyer, 1973; Varlık et al., 1993). In accordance with the findings of our investigations, İnanlı et al. (2005) have reported a pH value decreasing from 6.85 to 5.69 for 21 days cold storage of *Barbus esocinus*. Praneetha et al. (2015) reported that the pH value of fish fingers from Rohu (*Labeo rohita*) decreased significantly ($P<0.01$) from 6.95 to 6.44 for 15 days refrigerated storage.

The TVB-N is used for the determination of the spoilage level and fish quality during the storage period (Kietzmann et al., 1969; Cobb and Vender-Zont, 1975; Oehlenschläger, 1981). The TVB-N value is affected by species, catching season and region, age and sex of fish. A level of 35 mg/100 g has been considered as the maximum limit, above which fishery products are considered as unfit for human consumption (Schormüller, 1968; Ludorf and Meyer, 1973). As expected, a significant ($p<0.05$) increase was observed in TVB-N values at the end of the cold storage (Table 2). Similarly, İnanlı et al. (2005) reported that the initial TVB-N value of fish fingers made from *Barbus esocinus* was 6.56 mg/100 g, and this value increased to 28.16 mg/100 g at the end of the cold storage. Patır et al. (2009) reported that the TVB-N values of shrimp

finger stored at the 4° C during 3 days, increased from 4.20 to 16.10 mg/100 g at the end of 3 days of storage. Praneetha et al. (2015) reported that The TVBN content of fish fingers made from Rohu (*Labeo rohita*) steadily increased significantly ($P<0.01$) from an initial value of 2.65 to 4.43 mg/100g sample during 15 days refrigerated storage. It was reported that the sensory scores of fish fingers obtained from *Sarda sarda* decreased in all groups by increasing duration of storage (Emir Çoban, 2013).

Similarly to our finding, a significant increase ($p<0.05$) in TVB-N values (31.75 mg/100 g) was observed at the end of the storage. However, the TVB-N values of catfish fingers have remained between consumption limits during storage.

Evaluation of overall sensory acceptability revealed that catfish fingers were in consumable limits at twelfth day of storage. Similarly, İnanlı et al. (2005) was reported that the sensory properties of fish fingers of *Barbus esocinus* stored at +4 °C determined as “bad” quality in day 12; hence, they reported that the shelf life was determined as 12 day at cold storage. These results indicated that fish fingers could be stored at +4°C for 12 days while retaining their good quality characteristics in terms of sensory assessment.

These conclusions were supported by the results for chemical and microbiological quality analyses.

Based on all this information, African catfish (*Clarias gariepinus*) was found suitable for fish finger production as an alternative product and the product could be stored for 12 days at 4° C. The refrigerated storage (+4°C) process had a significant effect on the sensory properties, physical, chemical and microbiological quality of fish finger. Therefore, we believe that the results have high practical importance in the field of refrigerated storage of the fish products.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by the research fund of the University of Mustafa Kemal.

REFERENCES

- Anonymous (2007). *Fisheries Statistics*. State Institute of Statistics. Ankara: Prime Ministry Republic of Turkey.
- Baygar, T., Erkan, N., Mol, S., Ozden, O., Uçok, D. & Yildirim, Y. (2008). Determination of the shelf-life of trout (*Oncorhynchus mykiss*) raw meat ball that packed under modified atmosphere. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(3):412-417. doi: 10.3923/pjn.2008.412.417
- Berik, N., Çankırılıgil, C. & Kahraman, D. (2011). Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetosundan Kroket Yapımı ve Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17(5):735-740. doi: 10.9775/kvfd.2011.4313
- Botta, J.R., Lauder, J.T. & Jewer, M.A. (1984). Effect of methodology on total volatile basic nitrogen (TVBN) determination as an index of quality of fresh Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 49:34-736. doi: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb13197.x
- Cobb, B.F. & Venderzont, G. (1975). Development of a chemical test for shrimp quality. *Journal of Food Science*, 40:121-124. doi: 10.1111/j.1365-2621.1975.tb03751.x
- Çaklı, S., Taşkaya, L., Kışla, D., Çelik, U., Ataman, C.A., Cadun, A., Kılınç, B. & Maleki, R.H. (2005). Production and quality of fish finger from different fish species. *European Food Research and Technology*, 220:526-530. doi: 10.1007/s00217-004-1089-9
- Elyasi, A., Zakipour, Rahim Abadi, E., Sahari, M.A. & Zare, P. (2010). Chemical and microbial changes of fish fingers made from mince and surimi of common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *International Food Research Journal*, 17:915-920.
- Emir Çoban, Ö. (2013). Effect of Ginger oil on the sensory and chemical changes of fish finger (*Sarda sarda*, Heckel 1843) during refrigerated storage. *International Food Research Journal*, 20(4):1575-1578.
- Ersoy, B. (2000). Karabalık (*Clarias lazera*) Köftesinin Buzdolabı Koşullarındaki Raf Ömrü. Su Ürünleri Sempozyumu 22-24 Eylül 2000. Sinop, Türkiye.
- Ersoy, B. & Yılmaz, A.B. (2003). Frozen storage of African catfish (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) mince balls. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27:827-832.

- Food and Agriculture Organization/World Health Organization (1989). Food Standards Codex Alimentarius. Standard for quick frozen fish sticks (fish fingers), fish portions and fish fillets-breaded or in batter. *Codex Standard*, 166:1-10.
- Gökoğlu, N. & Yerlikaya, P. (2009). Bitki Özüleri İlave Edilmiş Balık Kroketin Dondurulmuş Depolama Süresince Kalite Değişimlerinin İncelenmesi. 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 2009. Rize, Turkey.
- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory Methods in Food Microbiology*. San Diego: Academic Press.
- International Commission on Microbiological Specifications For Foods (1978). Microorganisms in foods (Vol 2). The International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Toronto: Canada.
- İnanlı, A.G., Çoban, Ö.E., Özpolat, E. & Dartay, M. (2005). Bıyıklı balıktan yapılan kroketlerinin soğukta raf ömrünün belirlenmesi (*Barbus esocinus*, HECKEL, 1843). *Su Ürünleri Mühendisleri Demeği Dergisi*, 40-44.
- İzci, L., Bilgin, Ş. & Günlü, A. (2011). Production of fish finger from sand smelt (*Atherinaboyer*, RISSO 1810) and determination of quality changes. *African Journal of Biotechnology*, 10(21):4464-4469. doi: [10.5897/AJB10.2093](https://doi.org/10.5897/AJB10.2093)
- Kılınç, B. (2007). Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 20:129-137. doi: [10.1111/j.1745-4573.2009.00139.x](https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2009.00139.x)
- Kietzmann, U., Priebe, K., Rakov, D. & Reichstein, K. (1969). *Seefisch als Lebensmittel*. Hamburg. Berlin: Paul Parey Verlag.
- Kurtcan, Ü. & Gönül, M. (1987). Gıdaların Duyusal Değerlendirilmesinde Puanlama Metodu. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B, Gıda Mühendisliği*, 5(1):137-146.
- Lima Dos Santos, C., James, D. & Teutscher, F. (1981). *Guidelines for chilled fish storage experiments*. FAO Fisheries Technical Paper (p.210).
- Ludorff, W., & Meyer, V. (1973). *Fische und fischerzeugnisse*. Hamburg. Berlin: Paul Parey Verlag.
- Oehlenschläger, J. (1981). Variation der gehelte an fluchtigen stickstoffgehaltigen basen und "TVB-N" in Retbersch. *Informationen für die Fischwirtschaft*, 53:33-34.
- Oxoid, (1982). *The Oxoid Manual of Culture Media. Ingredients and Other Laboratory Services*. London: Oxoid Ltd.
- Patır, B., Öksüztepe, G., Çoban, Ö.E. & Dikici, A. (2009). Dondurulmuş Karides Etinden Hazırlanan Kroketlerin Raf Ömrü. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 23(1):29-37.
- Schormüller, J. (1968). *Handbuch der lebensmittelchemie* (Band III/2). Heidelberg. Berlin: Springer-Verlag.
- Sowmya Praneetha, S., Dhanapal, K., Reddy, G.V.S. & Balasubramanian, A. (2015). Development of fish finger from rohu (*labeo rohita*) and its quality evaluation during refrigerated storage condition. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 4(6):1457-1468.
- Taskaya, L., Cakli, S., Kislá, D. & Kılınç, B. (2003). Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20:147-154.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N. & Gün, H. (1993). *Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri*. İstanbul, Turkey: Gıda Teknolojisi Demeği.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Ceyhan Nehri (Adana-Türkiye)'nin farklı bölgelerinden yakalanan Afrika kedi balığı (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)'nda su kalitesinin bazı hematolojik parametreler üzerine etkisi

Assessment of pollution indicator some hematological biomarkers in African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the Ceyhan River (Adana-Turkey)

Aysel Şahan*  • Sevkan Özütok • Fatma Çevik

Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Balık Hastalıkları ABD. 01330 Sarıçam-Balcalı, Adana, Turkey

* Corresponding author: ayselsahan2@gmail.com

Received date: 01.06.2017

Accepted date: 26.07.2017

How to cite this paper:

Şahan, A., Özütok, S. & Çevik, F. (2017). Assessment of pollution indicator some hematological biomarkers in African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the Ceyhan River (Adana-Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):375-382. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.03](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.03)

Öz: Bu çalışma, Ceyhan Nehri'nin evsel, mezbaha ve endüstriyel atıklarının deşarj kaynaklarının yakınında bulunan bölge ile aynı nehir üzerindeki Aslantaş Barajı'nın kret altı bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, su kalitesinin durumu ve bu durumun Afrika kedibalı (Clarias gariepinus Burchell, 1822)'ndaki bazı hematolojik parametreler üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Araştırma, Ceyhan Nehri üzerindeki Aslantaş barajı'nın kret altı bölgesi (istasyon I) ile aynı Nehrin evsel, tarımsal ve endüstriyel atıkların mevcut olduğu (istasyon II) bölgesinde yapılmıştır. Bu iki istasyonda, su sıcaklığı, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), pH, nitrat (NO₃-N), nitrit (NO₂-N), amonyak (NH₃-N) ve çözünmüş reaktif fosfor (ÇRF) değerleri tayin edilmiştir. Araştırma, yaz mevsiminde (Haziran, Temmuz, Ağustos) ve her bir istasyondan 45 adet balık örneklenerek gerçekleştirilmiştir. Ayrıca hematolojik parametrelerden eritrosit (RBC) ve RBC indeksleri (MCV: Ortalama Eritrosit Büyüklüğü, MCH: Ortalama Eritrosit Hemoglobini, MCHC: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu), lökosit (WBC), hemoglobin (Hb), hematokrit (Hct) değerleri ve lökosit hücre formülleri (lenfosit, monosit, nötrofil, eozinofil) ile serum glikoz ve protein seviyeleri gözlenmiştir. İstasyon II'deki fiziko-kimyasal parametre KOİ, NH₃-N, NO₂-N, pH ve ÇRF seviyeleri, istasyon I'den daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada, Ceyhan Nehri'nin deşarj bölgesinden yakalanan *C. gariepinus*'ta WBC değerleri ve lökosit hücre formüllerinde çevresel stresörlerden dolayı artışlar, RBC, RBC indeksleri, Hb ve Hct değerlerinde ise azalma tespit edilmiştir ($p<0.05$). Diğer yandan aynı bölgedeki serum glikoz seviyeleri yükselmiş, protein değerleri ise düşmüştür. Çalışma, sucul ekosistemlerin kirliliklerinin biyolojik takiplerinde, hematolojik parametrelerin rasyonel kullanımları açısından önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Afrika Kedi Balığı (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822), Ceyhan Nehri, fiziko-kimyasal parametreler, hematolojik parametreler, kirlilik

Abstract: This study was carried out in a domestic, slaughter house and industrial discharging region of Ceyhan River and under the crest of the Aslantaş Dam on the same river. In this study, the state of water quality and their effects on some hematological parameters of African Catfish (*Clarias gariepinus*) was identified. Reserach, in the area under the crest of the Aslantaş Dam (station I) located on the Ceyhan River and discharging region on the same river (station II). water temperature, chemical oxygen demand (COD), pH, nitrate (NO₃-N), nitrite (NO₂-N), ammonia (NH₃-N) and soluble reactive phosphorus (SRP) values were determined in these two stations. The study was realised on 45 fish from each station during the summer seasons (June, July, August). The hematological parameters included erythrocyte (RBC) and RBC indices (MCV: mean corpuscular volume, MCH: mean corpuscular hemoglobin, MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration), leukocyte (WBC), haemoglobine (Hb), hematocrit (Hct) values and leukocyte cell formulas (lymphocyte, monocyte, neutrophil, eosinophil), serum glucose and protein levels were evaluated. The physico-chemical parameters observed that the water at station II had higher COD, NH₃-N, NO₂-N, pH and SRP than at station I. In this study, WBC values and leukocyte cell formulas of *C. gariepinus* were found increasing by means of environmental stressors and also, RBC, RBC indices, Hb and Hct values were determined decreasing in *C. gariepinus* collected from station II ($p<0.05$). On the other hand, serum glucose levels were increased and protein levels were decreased in station II. The study was found to be important in the biomonitoring of pollution of aquatic ecosystems, in terms of rational use of hematological parameters.

Keywords: African Catfish (*Clarias gariepinus*), Ceyhan River, physico-chemical parameters, hematological parameters, pollution.

GİRİŞ

Sucul organizmalar için kirlenme, bir stres faktörüdür ve bu nedenle stres faktörlerinin organizmalar üzerindeki olumsuz etkilerini belirlemek ekosistemin geleceği ve besin zincirinde

yer alan tüm canlılar için oldukça önem taşımaktadır (Fırat, 2007; Alak vd., 2012; Arslan, 2015). Doğal ortamlarda yaşayan balıklar, yüzyıllardır, çevre kalite değerlendirmeleri, biyo-

coğrafik çalışmalar, çevresel kirlilik izleme, değerlendirme ve tür koruma çalışmaları ile su rejimi yönetimi çalışmalarına biyo-indikatör olarak dahil edilmişlerdir (Kestemont vd., 2000; Economou vd., 2007; Bashir vd., 2013). Balıkların dokularında kirlenici kaynaklı toksik madde birikimine bağlı olarak birçok patolojinin geliştiği ve bu birikimin de balıkları tüketen yüksek organizasyonlu canlılar için yaşam tehlikesi oluşturabildiği bildirilmiştir (Arslan, 2015).

Hematoloji, balıkların, fizyolojik durumlarının belirlenmesinin yanı sıra sucul ortamlardaki pestisit kaynaklı kirliliğin balıklarda yarattığı stres düzeyinin belirlenmesi gibi ekolojik durumların tespitinde de yararlanılan önemli bir bilim dalıdır (Azizoğlu ve Cengizler, 1996). Kan hücreleri, balıkların internal veya eksternal çevrelerinde oluşan değişikliklerin tespiti açısından önemli indikatörlerden birisidir. Balıklarda kimyasal kirlenici ve çevresel etkilere oluşan ilk değişimler, hematolojik parametrelerden elde edilebileceği gibi bazı biyokimyasal parametrelerdeki dalgalanmalardan da izlenebilir (Stanley ve Omerebebe, 2010).

Kan parametreleri, toksik maddelere maruz kalmış balıklarda tüm vücudun pato-fizyolojik indikatörleri olarak ele alındığından yapısal ve fonksiyonel durumların teşhisinde de oldukça önemli yer tutmaktadır. Hematokrit (Hct), hemoglobin (Hb), eritrosit (RBC) ve RBC indeksleri sucul ekosistemdeki metal kirliliği ve kanın oksijen taşıma kapasitesinin en iyi göstergeleri olarak tanımlanır. Ayrıca, balıkta kan plazması ya da serum parametreleri, kirlenici etkilere maruz kalan dokuların belirlenmesinde, organizmaların genel sağlık durumları hakkında bilgi eldesinde ve stresli organizmalarda potansiyel hasarın saptanmasında erken uyarıcı sistemlerdir (Jacobson-Kram ve Keller, 2001; Adhikari vd., 2004; Fırat, 2007; Arslan, 2015). Eritrosit indeksleri olarak bilinen MCV, MCH ve MCHC değerleri, canlılarda eritrosit hücrelerine bağlı herhangi bir anomali olup olmadığı veya buna bağlı anemik durumların ortaya çıkarılmasında başvuru olan önemli hematolojik indikatörlerdendir. Balıklarda eritrosit indekslerinin, çevresel faktörlerden suyun kalitesi, sıcaklığı ve oksijen miktarı gibi değişkenlere karşı duyarlı olduğu, ayrıca RBC miktarındaki artış ve azalışlara bağlı değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Onusiriuka ve Ufodike, 2000; Stanley ve Omerebebe, 2010; Saravanan vd., 2011).

Karabalık, Sekiz bıyık, Karayayın gibi yöresel isimlerle bilinen ve yetiştiriciliği de yapılan *C. gariepinus*, kirliliğe karşı dirençli, pato-fizyolojik değişimlere hızla cevap verebilen ve ekonomik önemi olan bir türdür (Geldiay ve Balık, 1998; Musa ve Omoriegie, 1999; Appelbaum ve Kamler, 2000; Yalçın vd., 2001; Seith ve Saxena, 2003). *C. gariepinus* ile ilgili, türün morfolojik özellikleri, nehir kirliliğine karşı göstermiş olduğu hematolojik ve histopatolojik cevaplar ile drenaj sistemlerindeki kirlilik etmenlerinin toksik etkileri üzerine çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Yeşilbudak vd., 2013; Yalçın vd., 2001; Durmaz Bekmezci, 2010).

Bu çalışmada, Ceyhan Nehri'nin denize yakın bölgesi ile aynı nehir üzerinde kurulu olan Aslantaş Barajı kret altı

bölgesindeki su kalitesinin durumu belirlenmiş, bu durumun strese dayanıklı ve bölge pazarına da sunulan, *C. gariepinus* üzerindeki etkisi hematolojik parametrelerle ortaya çıkarılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Su numuneleri ve balık örneklerinin alınması

Araştırma, bölgede yıllık periyotlarla yapılmış önceki çalışmalar da gözönünde bulundurularak, kirliliğin üst düzeylere ulaştığı yaz aylarında gerçekleştirilmiştir (Yılmaz ve Yaman, 1999). Su ve balık örnekleri, Ceyhan Nehrinde belirlenen farklı iki istasyondan aylık periyotlarla ve eş zamanlı olarak (Haziran, Temmuz, Ağustos) temin edilmiştir. İlk istasyon; Ceyhan Nehri üzerine kurulu olan ve kirlilikten daha az etkilendiği düşünülen Aslantaş barajı kret altı bölgesindedir. İkinci istasyon ise; nehrin farklı deşarj kaynaklarının yakınında yer alan ve kirliliği farklı çalışmaları da tespit edilmiş, güney bölgesindedir (Yılmaz ve Yaman, 1999; Anonim, 2010) (Şekil 1). Ceyhan Nehri, tekstil, gıda, tarım ve pamuk üretim sektörünün başını çeken önemli bir endüstriyel merkezdir (Anonim, 2000). Yine aynı bölgede yer alan, Bakü-Ceyhan doğal gaz boru hattı da, bölgeye ayrı bir stratejik ve endüstriyel önem katmaktadır. Diğer yandan hemen hemen yılın dört mevsimi, yoğun zirai aktiviteye maruz kalan bölgenin kirlilikten doğrudan etkilendiği çeşitli araştırmalarla da belirlenmiştir (Yılmaz ve Yaman, 1999; Anonim, 2000; Durmaz Bekmezci, 2010) (Şekil 1).



Şekil 1. Ceyhan Nehri ve Örnekleme İstasyonları (I: Aslantaş Barajı Kret altı, II: Ceyhan Nehri)

Figure 1. Ceyhan River and Sampling Stations (I: Under the Crest of the Aslantaş Dam, II: Ceyhan River)

Su analizi

Su örnekleri, her istasyon için seyreltilmiş HCl ile 3-4 kez çalkalanmış ve iyice durulanmış, numune kapları yardımıyla üç tekrarlı olarak alınmıştır. Ardından, soğuk zincir altında Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Kalitesi Laboratuvarına taşınmıştır. Suyun sıcaklık ve pH değerleri, dijital pH metre (WTW marka) ile örnekleme alanında ölçülmüştür. Su kalite analizlerinden, Nitrit düzeyi (NO₂-N) kolorimetrik yöntem, nitrat düzeyi (NO₃-N) kadmiyum indirgeme yöntemi, amonyak düzeyi (NH₃-N) fenat yöntemi, çözünmüş reaktif fosfor düzeyi (ÇRF), askorbik asit yöntemi ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ise, titrimetrik yöntemle tayin edilmiştir (APHA, 1998). Su kalite parametrelerinin kirlilik yönünden

sonuçları UNESCO/WHO/UNEP (2003)'e göre değerlendirilmiştir.

Balık örneklerinin incelenmesi ve hematolojik analizler

Uzatma ağı ve olta kullanılarak her ay 15 adet balık örneklenmiştir. Balıklar, nehir suyuyla doldurulmuş ve oksijenlendirilmiş 250 L'lik tanklarla, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Balık Hastalıkları laboratuvarlarına taşınmıştır. Balıklara, taşıma sırasında oluşabilecek stresi en aza indirmek üzere, banyo tarzında, 15 mg/L kinaldin (Quinaldine) uygulanmıştır (Küçük vd., 2016). Daha sonra balıklarda, vücut ağırlığı ve boy ölçümleri yapıp, makroskobik ve mikroskobik (paraziter ve mikrobiyal) sağlık taraması gerçekleştirilmiştir (Bauer, 1987; Moravec, 1994; Konuk, 1981). Sağlıklı olduğu belirlenen her bir balığın kuyruk bölgesinden 1 cm³'lük heparinli plastik şırıngalar yardımıyla, kan örnekleri alınmış ve RBC (Eritrosit), WBC (Lökosit), Hb (Hemoglobin) ve Hct (Hematokrit) tayini için EDTA'lı tüplere aktarılmıştır. Ardından, laboratuvar koşullarında hazırlanan ve aşağıda içeriği verilmiş olan Natt-Herrick solüsyonu ile kan örneklerinin sulandırılmasından sonra RBC ve WBC sayıları, ışık mikroskopunda, Thoma lamı ile belirlenmiştir. Hb tayininde, Syanmethemoglobin yöntemi kullanılmış, Hct tayini ise mikro-hematokrit yöntem ile yapılmıştır (Blaxhall, 1972; Tanyer, 1985).

RBC ve WBC sayılarının tayini için hazırlanan Natt-Herrick solüsyonu (Natt ve Herrick, 1952);

3,88 g Sodyum klorür

2,50 g Sodyum sülfat

2,91 g Disodyum fosfat 12H₂O

2,25 g Monopotasium fosfat

7,50 cc (%37) Formalin

0,1 g Metil kırmızısı

1000 cc Distile su

RBC indeksleri ise aşağıda gösterildiği şekilde formüle edilip, hesaplanmıştır (Schreck ve Moyle, 1994):

MCV: Ortalama Eritrosit Büyüklüğü (μ^3) = $Hct/RBC \times 10$

MCH: Ortalama Eritrosit Hemoglobini (pg) = $Hb/RBC \times 10$

MCHC: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu (%) = $Hb/Hct \times 100$

Serum glikoz ve protein tayininde, Kolorimetrik (Spektrofotometre benzeri) yöntemden yararlanılmıştır (Fujimaki ve Isoda, 1990). Diğer yandan balıklardan heparinsiz olarak doğrudan alınan kan örneklerinden yapılan kan yaymaları, My Grünwald-Giemsa karışık boyama tekniğine uygun olarak boyanmıştır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Konuk, 1981). Boyalı yaymalar ışık mikroskobu (Olympus CH-20) ile $\times 100$ 'lük objektifte incelenmiştir. Her bir yayma için 100 lökosit sınıflandırılmış ve lökosit hücre formleri (lenfosit, monosit, nötrofil, eozinofil) yüzde olarak ifade edilmiştir (Fujimaki ve Isoda, 1990).

İstatistiksel analizler

Sonuçlar ortalama $\pm$ % 95 güven aralığında değerlendirilmiş ve SPSS-17 paket programında t-testi uygulanmıştır (Erol, 2010). P değeri ($<0,05$) önem derecesini göstermektedir.

BULGULAR

Su analizlerinde, II. istasyona ait tüm su kalitesi parametre değerlerinin, I. istasyona ait değerlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Ceyhan Nehri'nin fiziko-kimyasal özellikleri. I: Aslantaş barajı kret altı, II: Ceyhan nehri. NO₃-N: Nitrat, NO₂-N: Nitrit, NH₃-N: Amonyak, ÇRF: Çözünbilen Reaktif Fosfor, KOİ: Kimyasal Oksijen İhtiyacı

Table 1. Physico-chemical properties of Ceyhan River. I: Under the crest of the Aslantaş Dam, II: Ceyhan River. NO₃-N: Nitrate, NO₂-N: Nitrite, NH₃-N: Ammonia, SRP: Soluble Reactive Phosphorus, COD: Chemical Oxygen Demand

İstasyonlar	Su Parametreleri						
	Sıcaklık (°C)	pH	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (µg/L)	NH ₃ -N (µg/L)	ÇRF (mg/L)	KOI (mg/L)
I	21,06 $\pm$ 7,4*	8,10 $\pm$ 0,0	0,55 $\pm$ 0,0	0,007 $\pm$ 0,0	0,25 $\pm$ 0,2	0,01 $\pm$ 0,0	8,81 $\pm$ 3,1
II	26,80 $\pm$ 7,5	7,21 $\pm$ 0,0	1,26 $\pm$ 0,0*	0,04 $\pm$ 0,0*	0,45 $\pm$ 0,0*	0,03 $\pm$ 0,1*	37,75 $\pm$ 6,4*

* İstasyonlararası ayırım ($p < 0,05$). Değerler, ortalama $\pm$ standart sapma olarak tanımlanmıştır

Diğer yandan istasyonlardan yakalanan balıkların ortalama boy-ağırlık değerleri ise sırasıyla, I. istasyon için boy: 44,0 $\pm$ 2,8 cm., ağırlık: 671,74 $\pm$ 13 g.; II. istasyon için boy: 44,05 $\pm$ 1,5 cm., ağırlık: 722,5 $\pm$ 74 g. olarak ölçülmüştür.

Denemeler süresince istasyonlardan temin edilen balıklar üzerinde yapılan mikroskobik ve makroskobik sağlık taramasında, balıklarda önemli bir bulgu ve olumsuzluğa

rastlanmamıştır. Analizlere alınincaya kadar önemsiz miktarlarda gözlenen mortalite, çalışmayı etkileyecek düzeylerde bulunmamıştır.

Hematolojik analizlerde, II. istasyondan yakalanan balıklardaki tüm parametre değerlerinde, I. istasyon değerlerine göre azalma belirlenirken, WBC ve lökosit hücre formlerinde önemli düzeyde artış kaydedilmiştir ($p < 0,05$) (Tablo 2, Tablo 3).

Tablo 2. *Clarias gariepinus*'un Hematolojik Parametreleri. I: Aslantaş Barajı kret altı, II: Ceyhan Nehri. Hb: Hemoglobin, Hct: Hematokrit, RBC: Eritrosit, RBC İndeksleri; MCV: Ortalama Eritrosit Büyüklüğü, MCH: Ortalama Eritrosit Hemoglobini, MCHC: Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu

Table 2. Hematological Parameters of *Clarias gariepinus*. I: Under the Crest of the Aslantaş Dam, II: Ceyhan River. Hb: Haemoglobin, Hct: Hematocrit, RBC: Erythrocyte, RBC Indexis; MCV: Mean Corpuscular Volume, MCH: Mean Corpuscular Haemoglobin, MCHC: Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration

İstasyonlar	Hb (g/dL)	Hct (%)	RBC (10 ⁶ /mm ³)	RBC İndeksleri		
				MCV (µ ³)	MCH (pg)	MCHC (%)
I	8,91±2,4	31,90±4,7	2,017±12	171,64± 21,8	48,12±7,6	25,70±3,0
II	55,84±1,3*	24,90±5,1*	1,833±58*	133,62±17,1*	29,07±5,7*	22,03±2,6*

* İstasyonlar arası ayırım ($p<0,05$). Değerler, ortalama±standart sapma olarak tanımlanmıştır.

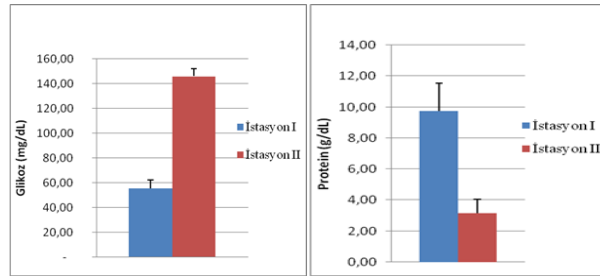
Tablo 3. *Clarias gariepinus*'un lökosit hücre miktarı ve hücre formülleri. I: Aslantaş Barajı kret altı, II: Ceyhan Nehri. WBC: Lökosit

Table 3. Leukocyte cell amount and cell formulas of *Clarias gariepinus*. I: Under the Crest of the Aslantaş Dam, II: Ceyhan River. WBC: Leukocyte

İstasyonlar	WBC (10 ³ /mm ³)	Lökosit Hücre Formülleri		
		Lenfosit (%)	Monosit (%)	Nötrofil (%)
I	1055±30	76,10±9,8	13,30±3,5	1,80±1,4
II	3934±10*	95,60±2,0*	37,0±6,1*	5,0±2,1*

* İstasyonlar arası ayırım ($p<0,05$). Değerler, ortalama±standart sapma olarak tanımlanmıştır.

Balıkların serum protein ve glikoz değerleri de **Şekil 2'de** gösterilmiştir. Buna göre, II. istasyondaki glikoz değerleri (146,4±6,0 mg/dL), I. istasyon değerlerine oranla (55,30±6,8 mg/dL) daha yüksek iken, protein seviyelerinin ise I. istasyona göre (9,74±1,8 g/dL), II. istasyonda daha düşük olduğu (3,14±0,9 g/dL) tespit edilmiştir ($p<0,05$).



Şekil 2. *Clarias gariepinus*'un Serum Protein ve Glikoz Seviyeleri. İstasyon I: Aslantaş Barajı kret altı, istasyon II: Ceyhan Nehri

Figure 2. Serum Protein and Glucose Levels of *Clarias gariepinus*. Station I: Under the Crest of the Aslantaş Dam, Station II: Ceyhan River

TARTIŞMA

Evsel, endüstriyel ve tarımsal atık sularda bol miktarda bulunan azotlu ve fosforlu bileşikler, sucul sistemlerde kirliliğe neden olan unsurların başında gelmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997; Aslan vd., 1999; Edwards ve Guillelte, 2007). Yılın yaklaşık dört mevsimi yoğunluklu olarak tarımsal atık ile endüstriyel, evsel ve kanalizasyon atıklarına maruz kalan Ceyhan Nehri'nde, demir (Fe), alüminyum (Al), nikel (Ni), kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) varlığının yüksek olduğu

bildirilmiştir (Yılmaz ve Yaman, 1999). Bu çalışmada II. istasyonda, su kalite parametrelerinden KOİ, NO₃-N, NO₂-N, NH₃-N ve ÇRF değerleri, Aslantaş Barajı kret altı bölgesinde seçilen I. istasyondaki değerlerden daha yüksek düzeylerde bulunmuştur. Çalışmada, UNESCO/WHO/UNEP (2003)'e göre, II. istasyonun I. istasyona göre kirli olduğu bildirilmiştir.

Havza'da yapılan bir çalışmada noktasal kirlilik kaynaklarının (kentsel yerleşimler, endüstriyel tesisler ve düzenli katı atık depoları) daha küçük bir paya sahip olduğu tarımsal alanlardan gelen kirliliğin ise daha önemli olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada havzanın denize yakın bölümünde çok kirli su sınıfına girecek ölçüde organik madde ve amonyum yoğunluğu olduğu vurgulanmıştır (Anonim, 2010).

Nitrit genel olarak yüzey sularında 0,001 mg/L civarındadır. Daha yüksek derişimlerde olması mikrobiyolojik olarak su kalitesinin iyi olmadığını veya endüstriyel etki altında olduğunu düşündürmektedir. Ötrofikasyon için izin verilen nitrat değeri ise 0,2 mg/L'dir. Fosfat fosforu derişimi çoğu yüzey sularında 0,005–0,020 mg/L arasında değişmekte ve yüksek derişimleri ötrofikasyona neden olmaktadır (UNESCO/WHO/UNEP, 2003). Araştırma alanından elde edilen değerler ise bu değerlerin üzerinde tespit edilmiştir.

Tayel vd. (2008), Nil Nehri'nde El-Rahawy drenajında yapılan bir çalışmada, çözünmüş inorganik nitrojenin; amonyak, nitrit ve nitratın toplamı olduğunu ve nitratın yüksek konsantrasyonlarının mikrobiyal aktiviteyi de teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Ayrıca nehirde, kaydedilen yüksek miktardaki nitrat seviyesinin, nitrifikasyon bakterileri tarafından gerçekleştirilen nitrit-nitrat dönüşümünün bir göstergesi olduğu bildirilmiştir.

Kanalizasyon suları, yüksek BOİ, KOİ değerlerine sahip olup, amonyum, fosfat, klorit ve ağır metalleri de yüksek seviyelerde bulundurmaktadır. Kirlilik çalışması yapılan alanlarda genellikle çözünmüş oksijen (ÇO) seviyelerinin düşük olmasının, toksisitenin artmasına yol açtığı ve budurumun da çeşitli toksikantlar için letal konsantrasyon değerlerinin düşmesine neden olduğu bildirilmiştir (Audu vd., 2014). *Clarias gariepinus* türünün örneklendiği aşağı Seyhan Ovası drenaj kanallarında yapılan bir çalışmada, seçilen beş istasyonda, su kalitesi ve kirleticilerin balıkların karaciğer, kas ve beyin dokularındaki metal birikimi, Glutasyon (GSH) redoks durumu, oksidatif stres ve nörotoksitesite oluşturma potansiyelleri ile biyometrik özellikleri incelenmiştir. *C. gariepinus*'un tüm istasyonlarda balıkların kirliliğe karşı çeşitli adaptasyonlar geliştirdiği ve kirliliğe karşı dayanıklı bir tür olduğu bildirilmiştir (Durmaz Bekmezci, 2010). Ayrıca, Seith ve Saxena (2003), *C. gariepinus*'un diğer sucul organizmalarda da gözlemlendiği gibi olumsuz çevre koşullarında, ölçülebilir pato-fizyolojik değişimlerle hızlı cevap verebilen bir tür olduğunu bildirmişlerdir.

Rogers vd. (2003), kurşun toksisitesi ile ilgili araştırmalarında, 72 ve 96 saatlik kurşun uygulamalarında hematolojik parametrelerden Hb ve Hct konsantrasyonunda önemli düzeyde azalmalar, protein ve glikoz miktarında ise önemli bir değişim izlenmemişlerdir. Benzer bir çalışmada, Javed ve Usmani (2013), yetiştiricilik havuzlarında, çeşitli ağır metallerin sinerjistik etkisi ile toksik stres ve balık sağlığı bakımından, hematolojik parametrelerin indikatör olarak öneminden bahsetmişlerdir. Ayrıca kirlitici unsurlar ile beslenme ve enfeksiyöz hastalıkların, balıklarda hematolojik açıdan değerlendirildiği çeşitli çalışmalarda, eritrosit değerlerinin farklı türden stres kaynakları için güvenilir göstergeler olduğu bildirilmiştir (Rehulka, 2000; Rehulka, 2002a; Rehulka, 2002b Rainza-Paiva vd., 2000; O'neal ve Weirich, 2001; Adeyemo, 2007).

Çalışmamızda kirliliği tespit edilen, II. istasyonun bulunduğu bölgeden yakalanan balıklarda RBC, Hb ve Hct değerlerinin önemli düzeyde azaldığı, lökosit hücre miktarının ise önemli artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. Su kalitesinin kirleticiler tarafından etkilendiği durumlarda, herhangi bir fizyolojik değişimin, hematolojik parametrelerin bir veya daha fazlası üzerinde yansımaları olacaktır. Yapılan bir çalışmada, sucul ortamda zaman içinde biriken kirlilik faktörlerinin, özellikle sıcaklığın arttığı dönemlerde ortamdaki oksijen düzeyini de düşürmesiyle, hematolojik parametrelerden RBC, Hb ve Hct seviyelerinin doğrudan etkilendiği ve yarı yarıya azaldığı bildirilmiştir (Audu vd., 2014). II. istasyondan tespit edilen RBC, Hb ve Hct miktarlarının, özellikle sıcaklığın da yüksek olduğu yaz aylarında azalması, yapılan önceki çalışma sonuçlarını da destekler niteliktedir.

Önceki çalışmalarda (Gaber vd., 2013), toksik stres altındaki balıklarda lenfomiyeloid doku'larından lenfositlerin salınımına bağlı olarak lenfopoiesis tespit edilmiştir. Bu durum stres altındaki balıklarda lökosit sayısının da artmasına neden olmuştur. Araştırmamızda lökosit hücre formüllerinden lenfosit,

monosit ve nötrofil hücrelerin lökosit hücre sayısındaki artışa benzer bir artış gösterdiği bildirilmiştir. Çeşitli stres faktörlerine maruz kalmış balıklarda, immün sistemin canlı üzerindeki koruyuculuğunu ve savunmasını artırmak üzere nötrofil ve monosit hücrelerin artarak savunmaya dahil oldukları izlenmiştir (Hoeger vd., 2004). Pestisitler, içerdiği bileşiğe ve dozuna göre immün sistem üzerine baskılayıcı ya da uyarıcı etkiye sahiptir. Balıklarda kirliliğe bağlı olarak, artan serbest radikallerin, lökositlerin birikmesine ve dolaylı yoldan nötrofil aktivasyonuna neden olduğu bildirilmiştir (Ascherio vd., 2006).

C. gariepinus ile yapılan çeşitli çalışmalarda, çevre kirliliği ile patojen kaynaklı hastalıkların neden olduğu strese bağlı olarak, MCV, MCH ve kan glikoz seviyeleri ile boy ve ağırlık arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir (Onusiriuka ve Ufodike, 2000). Stanley ve Omerebele (2010), artan toksik madde konsantrasyonu ile MCH ve MCHC düzeylerinin azaldığını kaydetmişlerdir. Çalışmada mikrositik aneminin yanı sıra, stres biyo-indikatörlerinden Hb ve Hct değerlerinin, eritrositosis'in iki katı azaldığı ve MCV, MCH ve MCHC değerleri ile paralel olarak düştüğü vurgulanmıştır. Benzer düşüşler, formaline maruz kalmış *C. gariepinus* için de kaydedilmiştir (Okomoda vd., 2010). Saravanan vd. (2011) yaptıkları çalışmada, sazan (*Cyprinus carpio*)'ları 24 saat süresince, linden'in 0,38 ppm'lik dozuna maruz bırakmışlardır. Pestisite maruz kalan balıklarda kontrol grubuna kıyasla MCV, MCH, MCHC, hemoglobin, hematokrit ve eritrosit değerlerinde düşüş, lökosit sayılarında ise artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. II. istasyondan yakalanan balıkların, eritrosit ve eritrosite bağlı hemoglobin ve hematokrit değerleri ile RBC indekslerinde de düşüşler kaydedilmiştir. Elde edilen veriler önceki çalışmalarda bildirilen sonuçları da destekler niteliktedir.

Diğer yandan yapılan çeşitli toksisite çalışmalarında, balıklarda patolojik faktörlerin de etkisiyle eritrosit dejenerasyonlarının oksijen taşınımını etkilediği ve uzun süreli Hb eksikliğine neden olduğu bildirilmiştir. Bu durumun ise eritrosit hücre membranında yapısal hasarlar bıraktığı, hemoglobin sentezinde aksamalar ve hemolize neden olduğu vurgulanmıştır (Adeyemo, 2007; Gafaar vd., 2010). Okomoda vd. (2013), yaptıkları çalışmada farklı konsantrasyonlardaki (18,33; 20,93 ve 16,05) bir tür herbisitinin karabalıkların (*C. gariepinus*) hematolojik parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Hemoglobin miktarı, eritrosit sayısı (RBC), trombosit sayısı (PLT) ve paket hücre hacmi (PCV) değerlerinin artan toksikan konsantrasyonuna bağlı olarak azaldığını tespit etmişlerdir.

Glikoz, omurgalı hayvanlarda, yüksek enerjili bir bileşik olup, kas ve karaciğer dokularında glikojen formunda depo edilir. Bu nedenle kirleticilerin etkisinde kalan sucul organizmaların metabolik ve fizyolojik faaliyetleri ile hematolojik parametrelerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi, ortamdaki kirlilik düzeyini yansıtmaları bakımından oldukça önem taşımaktadır (Arslan, 2015). Yapılan çalışmalarda, farklı stresörlere maruz kalmış çeşitli balık türlerinde kanda hızlı bir glikoz artışı tespit edilmiştir (hiperglisemi) (Pickering, 1992; Yavuzcan Yıldız ve Polatsu, 1999). Farklı bir çalışmada, serum

glikoz seviyesindeki artışın, kullanılan medikamentler veya kimyasallara karşı metabolik savunmadaki aşırı enerji ihtiyacının sonucu olabileceği vurgulanmıştır (Çiftçi vd., 2008). Balıklarda, kan glikoz düzeyinin stres, mevsimler, toksik maddeler, sanayi atıkları ve enfeksiyonlardan doğrudan etkilendiği bildirilmiştir (Çelik, 2008).

Dokuların protein düzeyleri, sucul organizmalarda kimyasalların neden olduğu stres belirteçleri olarak ifade edilmektedir. Serum proteinleri enzimatik taşınım ve hormonal işleve sahip olduklarından, kirleticilerden doğrudan etkilenirler. Seyhan ovası drenaj kanallarında *C. gariepinus*'ta yapılan kirlilik çalışmasında, tarımsal, evsel ve sanayi kirliliğinin protein sentezini baskıladığı bildirilmiştir (Osman vd., 2010). Çalışmamızda serum protein değerlerinin kirliliğe önemli düzeyde azalma göstermesi, önceki çalışma sonuçları ile uyumludur. Yapılan araştırmalarda serum protein değerlerinin toksik maddeler, hastalıklar, stres, sanayi ve evsel atıklara bağlı kirlilik, su sıcaklığı, mevsimler ve balık türü ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Çelik ve Bilgin, 2007).

Diğer yandan stresörler, glikoz, trigliserid veya kolesterol düzeyinde artışlara neden olup, bunun da bir çeşit enerji rezerv artışı olduğu ve organizmanın stresle baş edebilme yeteneğinin göstergesi olarak tanımlanmıştır (Priya vd., 2012). Çalışmamızda, II. istasyona ait glikoz değerlerinin, I. istasyona göre oldukça yüksek olduğu kaydedilmiştir. Glikoz seviyesindeki artışın akut ve subletal olarak uygulanan kirleticilere karşı balığın verdiği genel bir tepki olduğu çeşitli araştırmalar ile de desteklenmiştir. Stres faktörleri ve kas

aktivitesi, glikoz miktarının artışı ve fiziksel/kimyasal stres durumlarına bağlı olarak karbonhidrat metabolizmasındaki bozulmaları da tetiklediği bildirilmiştir. (Wedemeyer ve McLeay, 1981; Priya vd., 2012). Çalışma sonuçlarımıza göre, II. istasyonda gözlenen glikoz artışının, balığın kirleticilere karşı verdiği bir tepki olarak değerlendirilebileceği ve bunun da önceki çalışma sonuçlarını destekler nitelikte olduğu bildirilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, çeşitli kirlilik faktörüne maruz kalmış balıklarda, önemli sağlık göstergelerinden biri olan hematolojik parametrelerin, belirleyici etkisini ortaya koyabilmek ve hematolojinin bu yöndeki kullanılabilirliğini belirlemek en önemli hedef olmuştur.

Değerlendirmelere göre, evsel, sanayi, endüstriyel, tarımsal ve mezbaa atıklarının yoğunluklu olduğu Ceyhan Nehri (II. istasyon)'nden yakalanan balıklarda, sağlık göstergesi hematolojik parametrelerde azalmalar, savunma hücrelerinde ise artış tespit edilmiştir. Diğer yandan stres indikatörü serum glikoz ve protein değerlerinde ise önemli dalgalanmalar tayin edilmiştir. Kirliliğe maruz kalmış *C. gariepinus*'ta, hematolojik ve biyokimyasal açıdan tespit edilen önemli düzeydeki değişikliğin, balıklarda herhangi bir fizyolojik bozukluk, hastalık veya ölüm vakasına neden olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, balığın tür özelliğine bağlı olarak gösterdiği adaptasyon ve direnç mekanizmasıyla her türlü koşulda verdiği uyumsal tepki olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Adeyemo, O.K. (2007). Haematological profile of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) exposed to lead. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 163-169.
- Adhikari, S., Sarkar, B., Chatterjee, A., Mahapatra, C.T. & Ayyappan, S. (2004). Effects of cypermethrin and carbofuran on certain hematological parameters and prediction of their recovery in a freshwater teleost, *Labeo rohita* (Hamilton). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 58:220-226. doi: 10.1016/j.ecoenv.2003.12.003
- Alak, G., Atamanalp, M., Uçar, A., Arslan, H., Şensurat, T., Parlak, V. & Kocaman, E.M. (2012). Kahverengi alabalıklarda (*Salmo trutta fario*) kadmiyum toksisitesine karşı humik asit etkisinin hematolojik parametrelerle araştırılması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 29(4):181-185. doi: 10.12714/egjfas.2012.29.4.06
- Anonim. (2000). Aslantas Dam and related aspects of the Ceyhan River Basin, Turkey. A WCD case study prepared as an input to the World Commission on Dams. Agrin Co. Ltd. Cape Town. www.dams.org.
- Anonim. (2010). *Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi*. Ceyhan Havzası, Tübitak Mam Çevre Enstitüsü (Çe). Destekleyen Kuruluş: T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı 432 Sayfa.
- APHA (American Public Health Association). (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 20th Edition, Washington.
- Appelbaum, S. & Kamler, E. (2000). Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) early stages under different light conditions. *Aquaculture Engineering*, 22:269-287. doi: 10.1016/S0144-8609(00)00054-6
- Arslan, H. (2015). Pestisit sinerjisinin; gökkuşağı alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) yüzme performansı, biyokimyasal hematolojik, histopatolojik ve genotoksik etkilerinin araştırılması. Atatürk Üniversitesi,
- Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Ascherio, A., Chen, H., Weisskopf, M. G., O'Reilly, E., McCullough, M. L., Calle, E. E., Schwarzschild, M. A. & Thun, M. J. (2006). Pesticide exposure and risk for Parkinson's disease. *Annals of Neurology*, 60(2):197-203. doi: 10.1002/ana.20904
- Aslan, G., Tumbat, G., Soyupak, S. & Yurteri, C. (1999). Aşağı Seyhan havzasında besin maddesi taşınımı. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 23:261-271.
- Audu, B.S., Adamu, K. M. & Nonyelu, O.N. (2014). Changes in haematological parameters of *Clarias gariepinus* exposed to century plant (*Agave americana*) leaf dust. *International Journal of Applied Biological Research*, 6(1):54-65.
- Azizoğlu, A. & Cengizler, İ. (1996). Sağlıklı *Oreochromis niloticus* (L.) bireylerinde bazı hematolojik parametrelerin saptanması üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 20:425-431.
- Bashir, N. Y., Lockwood, P., Chasteen, A. L., Nadolny, D. & Noyes, I. (2013). The ironic impact of activists: Negative stereotypes reduce social change influence. *European Journal of Social Psychology*, 43:614-626. doi: 10.1002/ejsp.1983
- Bauer, O.N. (1987). *Key to the parasites of freshwater fishes of the fauna USSR*, Part 3, Nauka, Leningrad, 583 p.
- Blaxhall, P.C. (1972). The haematological assessment of the health of freshwater fish, *Journal of Fish Biology*, 4:593-604. doi: 10.1111/j.1095-8649.1972.tb05704.x

- Çelik, E.Ş. & Bilgin, S. (2007). Bazı balık türleri için kan protein ve lipidlerinin standardizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2):215-229.
- Çelik, E.Ş. (2008). Balık türleri için kan glukozunun standardizasyonu. *Su Ürünleri Mühendisleri Demeği Dergisi*, 1:38-41.
- Çiftçi, N., Cicik, B., Erdem, C. & Ay, Ö. (2008). Effects of lead concentrations on sera parameters and hematocrit levels in *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758). *Journal of Fisheries Sciences*, 2(4):616-622.
- Durmaz Bekmezci, H. (2010). Aşağı Seyhan ovası drenaj sistemlerindeki kirlilik etmenlerinin *Clarias gariepinus*'ta toksik etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji AnaBilim Dalı, Doktora Tezi. Adana.
- Economou, A.N., Giakoumi, S., Vardakas, L., Barbieri, R., Stoumboudi, M. & Zogaris, S. (2007). The freshwater ichthyofauna of greece-an update based on a hydrographic basin survey. *Mediterranean Marine Science*, 8(1):91-166. doi: [10.12681/mms.164](https://doi.org/10.12681/mms.164)
- Edwards, T.M. & Guillelte, L.J. (2007). Reproductive characteristics of male mosquitofish *Gambusia holbrooki* from nitrate-contaminated springs in Florida. *Aquatic Toxicology*, 85(1):40-47.
- Erol, H. (2010). SPSS paket programı ile istatistiksel veri analizi. Nobel KitapEvi. 167-210. doi: [10.1016/j.aquatox.2007.07.014](https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2007.07.014)
- Fırat, Ö. (2007). *Oreochromis niloticus*'ta metal (Zn, Cd) ve metal karışımının (Zn+Cd) kan dokusunda fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Fujimaki, Y. & Isoda, M. (1990). Fine-structural of leukocytes in the goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of Fish Biology*, 36:821-831. doi: [10.1111/j.1095-8649.1990.tb05630.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05630.x)
- Gaafar, A.Y., El-Manakhly, E.M., Soliman, M.K., Soufy H., Mona, S.Z., Mohamed, S.G. & Hassan, S.M. (2010). Some pathological, biochemical and haematological investigations on Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) following chronic exposure to edifenphos pesticide. *Journal of American Science*, 6(10):542-551.
- Gaber, H.S., El-Kasheif, M.A., Ibrahim, S.A. & Authman, M.M.N. (2013). Effect of water pollution in el-rahawy drainage canal on hematology and organs of freshwater fish *Clarias gariepinus*. *World Applied Science Journal*, 21:329-341.
- Geldiay, R. & Balık, S. (1998). *Türkiye'nin tatlısu balıkları*. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 37, İzmir.
- Güler, Ç. & Çobanoğlu, Z. (1997). *Pestisitler*. Çevre sağlığı temel kaynak dizisi. No: 52. T.C. Sağlık bakanlığı, sağlık projesi genel koordinatörlüğü. ISBN 1975-8088-69-6, İlköz matbaası I. Baskı. Ankara.
- Hoeger, B., Koellner, B., Kotterba, G., Van den Heuvel, M.R., Hitzfeld, B. & Dietrich, D.R. (2004). Influence of chronic exposure to treated sewage effluent on the distribution of white blood cell populations in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spleen. *Toxicological Sciences*, 82:97-105. doi: [10.1093/toxsci/kfh250](https://doi.org/10.1093/toxsci/kfh250)
- Jacobson-Kram, D. & Keller, K. A. (2001). *Toxicology testing handbook*. Marcel Dekker Ed., New York.
- Javed, M. & Usmani, N. (2013). Haematological indices of *Channa punctatus* as an indicator of heavy metal pollution in waste water aquaculture pond, Panethi, India. *African Journal of Biotechnology*, 12:520-525. doi: [10.5897/AJB12.2115](https://doi.org/10.5897/AJB12.2115)
- Kestemont, P., Didier, J., Depiereux, E. & Micha, J.C. (2000). Selecting ichthyological metrics to assess river basin ecological quality. *Archiv für Hydrobiologie*, 121:321-348.
- Kocabatmaz, M. & Ekingen, G. (1984). Standardization of haematological methods and taking blood from various fish species. *Journal of Natural Science*, 2:149-159.
- Konuk, T. (1981). *Practical Physiology*, Veterinary Faculty, 181p.
- Küçük, S., Öztürk, S. & Çoban, D. (2016). Su ürünlerinde kullanılan anestezipler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13:79-85. doi: [10.25308/aduziraat.294075](https://doi.org/10.25308/aduziraat.294075)
- Moravec, F. (1994). *Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe*, Prag., 473p.
- Musa, S.O. & Omoregie, E. (1999). Haematological changes in the mudfish, *Clarias gariepinus*(Burchell), exposed to malachite green. *Journal of Aquatic Science*, 14:37-42. doi: [10.4314/jas.v14i1.19971](https://doi.org/10.4314/jas.v14i1.19971)
- Natt, M.P. & Herrick, C.A. (1952). A New Blood Diluent for Counting the Erythrocytes and Leucocytes of the Chicken. *Poult. Sci.*, 31:735-738. doi: [10.3382/ps.0310735](https://doi.org/10.3382/ps.0310735)
- Okomoda, J., Ayuba, V.O. & Omeji, S. (2010). *Haematological changes of Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings exposed to acute toxicity of formalin. Publication of Nasarawa State University, Keffi PAT.
- Okomoda, V.T., Ataguba, G.A. & Ayuba, V.O. (2013). Hematological response of *Clarias gariepinus* fingerlings exposed to acute concentrations of sunsate. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 9(2):271-278.
- O'Neal, C.C. & Weirich, C.R. (2001). Effects of low level salinity on prod. and haematological parameters of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) reared in multicrop ponds. *Aquaculture International Triennial Conference of World Aquaculture Society*, 21-25. In: Book of abstract.
- Onusiurika B.C. & Ufodike, E.B.C. (2000). Effects of sublethal concentrations of akee apple, *Blighia sapida* and sausage plant, *Kigelia Africana* on tissue chemistry of African catfish *Clarias gariepinus*. *Journal of Aquatic Science*, 15:47-49. doi: [10.4314/jas.v15i1.19987](https://doi.org/10.4314/jas.v15i1.19987)
- Osman, R.W., Munguia, P. & Zajac, R.N. (2010). Ecological thresholds in marine communities: theory, experiments and management. *Marine Ecology Progress Series*, 413:185-187. doi: [10.3354/meps08765](https://doi.org/10.3354/meps08765)
- Pickering, A.D. (1992). Rainbow trout husbandry: management of the stress response. *Aquaculture*, 100:125-139. doi: [10.1016/0044-8486\(92\)90354-N](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90354-N)
- Priya, B.P., Rachel, V. & Maruth, Y.A. (2012). Acute toxicity effect of imidacloprid insecticide on serum biochemical parameters of fresh water teleost *Channa punctatus*. *International Journal of Integrative Sciences, Innovation and Technology*, 1(2):18-22.
- Rainza-Paiva, M.J.T., Ishikawa, C.M., Das Eiras, A.A. & Felizardo, N.N. (2000). Haematological analysis of Chara, *Pseudoplatystoma fasciatum* in captivity. Responsible aquaculture in the new millennium. *European Aquaculture Society Special Publication*, 28: 590.Nice, France
- Rehulka, J. (2000). Influence of astaxanthin on growth rate, condition and some blood indices of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 190:27-47. doi: [10.1016/S0044-8486\(00\)00383-5](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00383-5)
- Rehulka, J. (2002a). Aeromonas causes severe skin lesions in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Clinical pathology, haematology and biochemistry. *Acta Veterinaria Brno*, 71:351-360. doi: [10.2754/avb200271030351](https://doi.org/10.2754/avb200271030351)
- Rehulka, J. (2002b). Effect of polychlorinated biphenyls Delor 103 on some haematological and biochemical indices of the blood plasma of the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). In: The second PCB workshop. Brno, Czech Republic. (Book of Abstracts): 36.
- Rogers, J.T., Richards, J.G. & Wood, C.M. (2003). Ionregulatory disruption as the acute toxic mechanism for lead in the rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, 64(2):215-34. doi: [10.1016/S0166-445X\(03\)00053-5](https://doi.org/10.1016/S0166-445X(03)00053-5)
- Saravanan, M., Prabhu Kumar, K. & Ramesh, M. (2011). Haematological and biochemical responses of freshwater teleost fish *Cyprinus carpio* (Actinopterygii: Cypriniformes) during acute and chronic sublethal exposure to lindane. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100(3):206-211. doi: [10.1016/j.pestbp.2011.04.002](https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.04.002)
- Schreck, C.B. & Moyle, P.B. (1994). *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society. Exxon Company. Maryland, U.S.A. 313.
- Seith, N. & Saxena KK. (2003). Haematological responses in a freshwater fish, *Channa punctatus* due to fenvalerate. *Bulletin Environmental Contamination Toxicology*, 7:1192-9.
- Stanley, O.N. & Omerebele, U.A.M. (2010). Changes in the hematological parameters of *Clarias gariepinus* exposed to lead poisoning. *Journal of Fisheries International*, 5(4):72-76. doi: [10.3923/jfish.2010.72.76](https://doi.org/10.3923/jfish.2010.72.76)
- Tanyer, G. (1985). *Hematoloji ve laboratuvar*. Ayyıldız matbaası. Ankara, 441.
- Tayel, S.I., Yacoub, A.M. & Mahmoud, S.A. (2008). Histopathological and haematological responses to freshwater pollution in the Nile catfish *Clarias*

- gariepinus*. *Journal of Egyptian Academic Society for Environmental Development*, 9 (4):43- 60.
- UNESCO/WHO/UNEP. (2003). *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring* –Second Edition, Edited by Deborah Chapman 609 pp.
- Wedemeyer, G. A. & McLeay, D. J. (1981). *Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors*. In A. D. Pickering (ed.), *Stress and fish* Academic Press, New York., 247–275.
- Yalçın, S., Akyurt, I. & Solak, K. (2001). Certain reproductive characteristics of the catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) living in the River Asi (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 25:453–460.
- Yavuzcan Yıldız, H. & Polatsu, S. (1999). Evaluation of the secondary stress response in healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) after treatment with a mixture of formalin, malachite green and methylene blue. *Aquaculture Research*, 30:379-383.
doi: [10.1046/j.1365-2109.1999.00341.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00341.x)
- Yeşilbudak, B., Duran, S., Tunçsoy, M. & Erdem, C. (2013). Some morphometric properties of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) population in Aslantaş dam lake (Osmaniye). *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 9(2):1-7.
- Yılmaz, D. & Yaman, S. (1999). Heavy metal pollution and chemical profile of Ceyhan river (Adana-Turkey). *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 23:59-61.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Pathogenicity and antibiotic susceptibility of two bacterial pathogens associated with the clam *Tapes decussatus* in some Egyptian fisheries

Bahaa Abdella^{1,2} • Eman El-Wazzan² • Nermeen A. El-Sersy³ • Soraya A. Sabry⁴ • Ehab R. El-Helow^{4*} 

¹Aquatic Microbiology Department, Faculty of Aquatic and Fisheries Sciences, Kafrelsheikh University, Kafr El-Sheikh, Egypt

²Aquaculture Division, National Institute of Oceanography and Fisheries, Alexandria, Egypt

³Marine Environmental Division, National Institute of Oceanography and Fisheries, Alexandria, Egypt

⁴Department of Botany and Microbiology, Faculty of Science, Alexandria University, Alexandria, Egypt

* Corresponding author: elhelow@fulbrightmail.org

Received date: 30.06.2017 Accepted date: 14.09.2017

How to cite this paper:

Abdella, B., El-Wazzan E., El-Sersy, N., Sabry, S.A. & El-Helow, E.R. (2017). Pathogenicity and antibiotic susceptibility of two bacterial pathogens associated with the clam *Tapes decussatus* in some Egyptian fisheries. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):383-389. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.04)

Abstract: Bivalve aquaculture is generally influenced by bacterial pathogens that cause high mortality-related losses in hatcheries. Six bacterial phenotypes had been previously isolated as the most predominant microorganisms in carpet shell clam (*Tapes decussates*) samples collected from natural beds in representative Egyptian clam fisheries. The main aims of this study were to investigate the nature of the pathogenic strains that significantly affect clam survival and test their susceptibility to commercially available antibiotics. Based on their 16S rRNA sequences and some biochemical features, two potent clam pathogens were emerged; one of which is gram-positive and the other is gram-negative. The former isolate was identified as *Micrococcus luteus* and the latter as *Vibrio alginolyticus*. Experimental challenges with the two bacterial pathogens introduced at different initial cell concentrations (2.5×10^4 - 7.5×10^4 cfu ml⁻¹) showed markedly diverse clam mortality results. However, the pathogenic interaction of *M. luteus* with clam survival was generally higher than that of *V. alginolyticus*. When introduced at a relatively low initial cell density, the infectious records of *V. alginolyticus* were significantly increased suggesting that the expression of its key virulence factors is mainly triggered as a response to host contact. Antibiotic susceptibility tests suggested chloramphenicol and tetracycline as markedly effective agents that can be used to control the spread of these two bacterial pathogens in aquaculture applications.

Keywords: *Micrococcus luteus*, *Vibrio alginolyticus*, *Tapes decussates*, pathogenicity, fisheries and Aquaculture

INTRODUCTION

Bivalves are traditionally used in most of the coastal regions as food. They are rich in proteins with essential amino acids and polyunsaturated fats with significant amounts of omega-3 fatty acids required for the growth and development of the human body (livestrong.com, 1969; Dong, 2010). However, due to feeding by filtering large volumes of water, bivalves can concentrate different types of pollutants including trace metals and microorganisms and exert health risks to consumers (Collin et al., 2008; Ramos, et al., 2012; Tubiash, 1975).

Microbial diseases affecting marine cultured bivalves have been previously revised and analyzed taxonomically and phylogenetically (Paillard et al., 2004). These included *Pecten* larvae-*Vibrio pectinica*, brown ring disease, juvenile oyster disease, Pacific oyster nocardiosis and summer mortalities of oysters.

Disease-associated mass mortalities of bivalves were responsible for declining bivalve populations in commercial clam beds and fisheries in many areas such as the Yellow Sea of Korea, China as well as in Europe (Paillard, 2004; Park, et al., 2006). Aquaculture of molluscs is greatly influenced

worldwide by bacterial pathogens that cause high mortalities and losses in hatcheries as well as in natural beds. *Vibrio* species are considered the main bacterial pathogens being responsible for the mortality outbreaks in aquaculture over the past few years (Romalde and Barja, 2010, Chatterjee and Haldar, 2012). As well, a new bacterial pathogen identified as a *Vibrio* spp has been recently isolated from bivalves (Dubert et al., 2016).

Therefore, the control of bacterial diseases in aquaculture is still an active research field. It involves investigating alternative treatment and disease prevention methods such as the use of disinfectants, antibiotics and vaccines (Romero, et al., 2012). However, governmental controlling actions are required for responsible use of antimicrobial agents in commercial scales. Based on preliminary research results, it has been also suggested that probiotics enhance the immune response of fish and confer tolerance against different stressors (Dawood and Koshio, 2016).

Investigations regarding the occurrence of pathogens in bivalves and their possible effects on bivalve survival and

production in some countries and water areas are still needed. The present work was mainly conducted to uncover some necessary microbial information related to marine bivalves collected from Egyptian commercial fisheries using the carpet shell clam, *Tapes decussatus* as a model.

The main aims of the present study were to identify major clam-associated bacterial pathogens and assess their potentials to cause clam mortalities in addition to their sensitivity to some commercially available antibiotics.

MATERIALS AND METHODS

Test animal

Healthy clams of *Tapes decussatus* were collected from natural fishery of Ismailia coast with the aid of divers. In each experiment, about two hundred clams were used. The shell lengths of clams ranged between 19.2-38.5 (28.3 ± 6.1) mm, whereas the whole weight range was between 1.28 - 10.33 grams.

Bacterial growth medium

Bacterial isolates were kept in refrigerator on nutrient agar medium. Nutrient broth was used for cultivation of bacterial strains. Both medium was prepared by seawater instead of distilled water.

Bacterial isolates and mortality assay

Six distinct bacterial phenotypes have been previously isolated from Egyptian clam fisheries on TCBS agar plates (Abdella, et al., 2015). Bacterial isolates were purified and kept at -80 in cryo-tube. The assessment of the bacterial potential to infect clam was conducted using a modified method after Gómez-León et al., (2008). Three replicates of 4 L containers were used for each of the six bacterial isolates in addition to three containers as control without bacteria. Containers were filled with two liters of seawater sterilized by chlorination followed by de-chlorination (Kemp, 2006). Thirty randomly chosen clams were added to each container at room temperature. Bacterial cells were introduced with a final concentration of approximately 5×10^4 cfu ml⁻¹. Clam survival was checked twice in a day and gaped or dead clams were removed and counted. The water was replaced in 50% weekly.

Statistics

All statistical analyses were conducted using Microsoft Excel 2013. The differences in survival between clam samples exposed to different concentrations of experimental pathogenic bacteria were analyzed by the one-way ANOVA test to evaluate their global significance. This was followed by LSD post-hoc test to determine the specific pairs of means that differ significantly at $\alpha = 0.05$.

Molecular characterization of bacterial isolates

DNA was obtained by harvesting up to 2×10^9 bacterial cells in a 1.5 ml micro-centrifuge tube by centrifugation for 10 min at 5000 x g. The pellet was re-suspended in 180 µl of lysis

Solution (Sigma). Proteinase K (20 µl) was added and mixed. The mixture was incubated at 56°C with shaking till complete lysis (about 30 min). RNase A (20 µl) was added, mixed and incubated for 10 min at room temperature. After centrifugation (10 min, 5000 x g), clear filtrate was transferred to a new microfuge tube for ethanol precipitation. DNA was then purified using genomic DNA purification columns (GeneJET™). PCR reaction was performed with Maxima® Hot Start Master Mix. The PCR components were mixed with F27 and R1492 16S rDNA universal primers and DNA template in nuclease free water (Lane, 1991). PCR was then performed using the thermal cycling of 94, 94, 50, 72, 72°C for 10 min, 20 s, 1 min, 1.5 min, 10 min respectively. PCR product was loaded on 1% agarose gel against 1 Kb ladder for analysis, purified using GeneJET™ purification column and sequenced by an ABI 3730xl DNA sequence analyzer. Homology search for the obtained sequences was performed using BLAST through NCBI. A maximum likelihood phylogenetic tree was constructed using the software Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 (Kumar et al., 2016)

Phenotypic characterization

In addition to microscopic examination of cell morphology and gram staining, potent clam pathogens were subjected to biochemical characterization using API 20E for Gram-negative and the API STAPH for Gram-positive isolates following the manufacturing instructions (biomerieux).

Antibiotic susceptibility test

Antibiotic susceptibility test was carried out using disc diffusion method (Kayser et al., 2005; Jorgensen and Ferraro, 2009) on Muller-Hinton Agar. Sodium chloride was added to the medium (1%) to give optimal growth for *Vibrio* spp. (Ottaviana et al., 2001). The antibiotics tested included Rifampicin (RD 5µg), Chloramphenicol (C 30µg), Gentamicin (CN 10µg), Amoxicillin (AML 10µg), Metronidazole (MTZ 5µg), Piperacillin (PRL 100µg), Fusidic acid (FD 10µg), Streptomycin (S 10µg), Cephalixin (CL 40µg) and Tetracycline (TE 30µg)] (CLSI, 2007; Jorgensen and Ferraro, 2009; Kayser et al., 2005). Plates incubated at 37°C for 24 h and the inhibition zone diameter was measured and recorded to the nearest millimeter. Observed diameters were translated into susceptible, intermediate and resistant categories according to the inhibition zone diameter standard table of Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2007; Jorgensen and Ferraro, 2009).

RESULTS

Experimental bacterial challenges

We evaluated the relative survival of *Tapes decussatus* under experimental challenges using six phenotypically distinct bacterial isolates (B1-6) that had been previously isolated as the most predominant microorganisms in some Egyptian carpet shell clam samples. After 15 days of bath exposure, considerable differences in susceptibility to bacterial challenges were observed. However, among the six examined bacterial isolates, only B4 and B6 showed significant clam

mortality records that exceeded 50% (data not shown). Until the end of the incubation period, no mortality was detected in the control cultures.

Characterization of the potent clam pathogens B4 and B6

After Gram staining, microscopic examination demonstrated that B4 cells are Gram-positive cocci and that B6 cells are Gram-negative and rod-shaped. PCR amplification of the DNA extracted from each of the two pathogenic isolates resulted in approximately a 1400 base pair fragment of the 16S rDNA region. Based on nucleotide homology analysis of the obtained sequences, the isolates B4 and B6 have been identified as members of the species *Micrococcus luteus* and *Vibrio alginolyticus* which are well known causative agents of severe diseases such as meningitis (Altuntas et al., 2004) and vibriosis (Laganà et al., 2011), respectively. The two sequences were submitted to DNA Data Bank of Japan (DDBJ) with the accession numbers AB859252 and AB859251 for isolate B4 and B6 respectively. The phylogenetic relationships between each of the two isolates and some closely related genotypes showed in Fig 1.

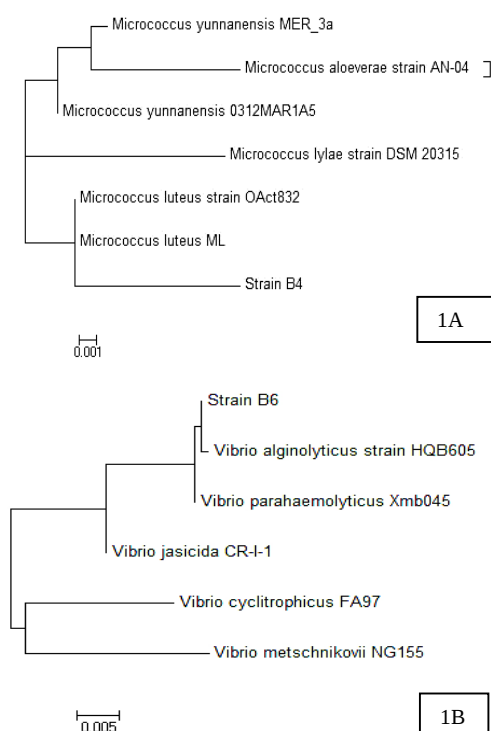


Figure 1. A maximum likelihood phylogenetic tree based on 16S rDNA genes of the isolates B4 (A) and B6 (B) and closely related sequences. The branch lengths indicate the number of substitutions per site

The two pathogenic isolates were further subjected to biochemical tests which confirmed the molecular characterization results of B4 as a *M. luteus* strain and B6 as a *V. alginolyticus* strain (data not shown).

Effect of *M. luteus* and *V. alginolyticus* dosages on survival of *Tapes decussatus*

Carpet shell clam cultures were separately exposed to three different concentrations of the experimental pathogenic strains of *M. luteus* and *V. alginolyticus*. As shown in Fig 2 and 3, mortalities were absent or very low under unchallenged control conditions. However, all bath exposure challenges showed that *M. luteus* and *V. alginolyticus* induced considerable mortalities. The highest examined *M. luteus* cell concentration (7.5×10^4) induced *T. decussatus* mortalities up to more than 50% death after 17 days of exposure and 100% in the 18th day (Fig 2). Lower mortality records were observed with the lower concentrations (2.5×10^4 and 5.0×10^4). On the other hand, the lowest examined level of *V. alginolyticus* cells (2.5×10^4) appeared to be the most effective dose as it induced the highest *T. decussatus* mortality records (more than 30%) within 17 days of exposure (Fig 3). The number of dead clams was then continued to increase to reach 45% within 39 days. On the other hand, lower mortality records were observed in the presence of higher bacterial cell concentrations.

The one-way ANOVA test revealed that there are significant variations among the observed mortality records (Table 1) with $P=0.00818$ for *M. luteus* and $P=0.000283$ for *V. alginolyticus*. Performing post-hoc tests and plotting the means of number of dead clams against concentration of bacteria (Fig 4) confirmed that the challenging effects caused by the highest examined *M. luteus* dose and the lowest introduced *V. alginolyticus* level on clams are significant.

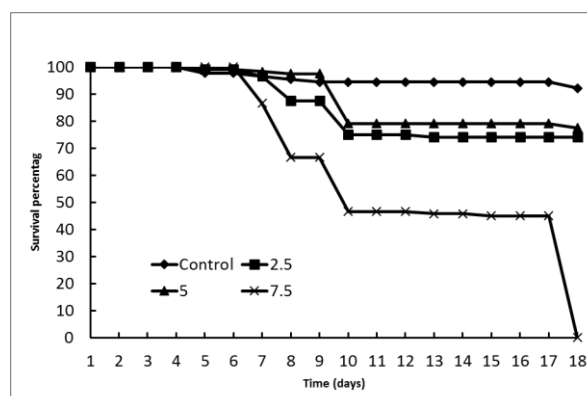


Figure 2. Survival percentage of *T. decussatus* challenged with three different concentrations of *M. luteus* (conc. 1= 2.5×10^4 , conc. 2= 5×10^4 and conc. 3= 7.5×10^4 cfu ml⁻¹)

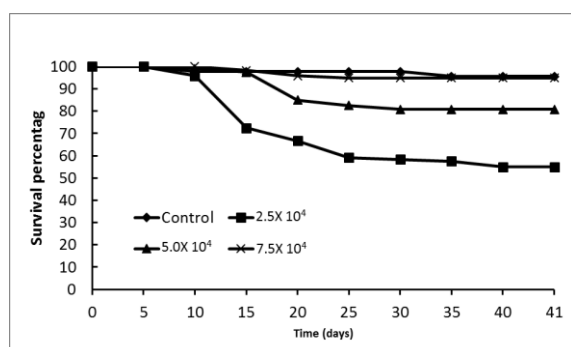


Figure 3. Survival percentage of *T. decussatus* challenged with three different concentrations of *V. alginolyticus* (2.5×10^4 , 5×10^4 and 7.5×10^4 cfu ml⁻¹)

Table 1. ANOVA test for the effect of different bacterial cell concentrations of *M. luteus* and *V. alginolyticus* on *T. decussatus* mortalities

Organism	SS	df	MS	F	P-value
<i>M. luteus</i>	1757.167	3	585.7222	6.60025	0.00818
<i>V. alginolyticus</i>	371.5167	3	123.8389	15.58316	0.000283

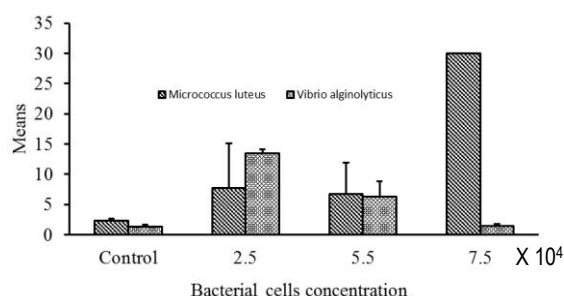


Figure 4. Means of dead *T. decussatus* as a response to exposure to different bacterial concentrations

Screening for antibacterial susceptibility

Intensive aquaculture applications lead to the spread of several bacterial pathogens, which in turn necessitate the use of antimicrobials. In the present work, the experimental *M. luteus* and *V. alginolyticus* isolates were assayed for their susceptibility to ten different antibiotics currently used in aquaculture practices. Based on the inhibition zone diameters shown in Fig 5, the phenotypes of B4 and B6 can be described as sensitive, intermediate or resistant to an antibiotic. The results indicated that *M. luteus* and *V. alginolyticus* isolates respond similarly with most antibiotics; for instance, both are resistant to metronidazole and fusidic acid and highly sensitive to chloramphenicol and tetracycline. However, the effects of gentamicin, piperacillin, streptomycin and cephalaxin on the two pathogens are relatively intermediate. On the other hand, the two isolates responded oppositely to rifampicin and

amoxicillin where the former was not effective against *M. luteus* and the later was resisted by *V. alginolyticus*.

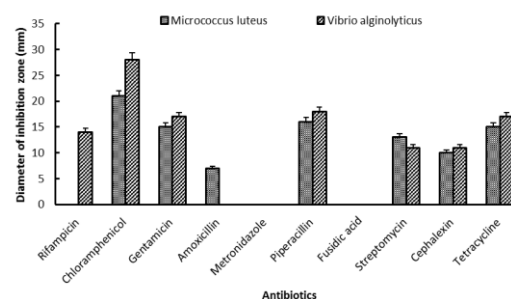


Figure 5. Inhibition zone diameters expressed in mm corresponding to ten antibiotics against *M. luteus* and *V. Alginolyticus*

DISCUSSION

In the present study, two microbial pathogenic strains that significantly affect clam survival have been isolated and identified as members of the gram-positive species *M. luteus* (B4) and the gram-negative species *V. alginolyticus* (B6). These results support the findings reported by other workers who suggested the ability of these two-bacterial species to cause disease and induce mortality in bivalves (Wu et al., 2013). They examined the ability of *M. luteus* and *V. anguillarum* to induce an immunological response in the mussel *Mytilus galloprovincialis* such as osmotic stress, disturbance in energy metabolism and alteration of metabolic biomarkers. They found that both of these two bacteria are able to induce osmotic regulation disturbances, oxidative stress, cellular injury but with different levels of severity in mussels.

Many *Micrococcus* spp. and closely related genera are generally harmless saprophytes. However, *M. luteus* can infect different hosts including humans, mammals, and some marine animals such as fish, sharks, crustacean shellfish, shrimps, and prawns (PHAC, 2011). *M. luteus* has been reported as a causative agent in cases of meningitis, intracranial abscesses, pneumonia and septic arthritis in immune-suppressed or immune-competent persons (Altuntas et al., 2004; PHAC, 2011). The study conducted by Aydın et al. (2005) also confirmed that *M. luteus* must be considered as a potential bacterial pathogen for fish.

The cell wall teichuronic acid (TUA) of *M. luteus* is an acidic long-chain polysaccharide polymer and has some similarity with that of the so-called capsular polysaccharides which are usually considered to be essential and virulent factors for pathogenic bacteria, such as *Streptococci* and *Staphylococci* (Deng et al., 2010). Therefore, the more the dose of *M. luteus* cells faced by the host, the more their infectious severity.

The second isolated pathogenic bacterium, *V. alginolyticus* has been reported as a causative agent of vibriosis which is the most commonly encountered disease associated with intensive bivalve cultures in hatcheries and nurseries (Miossec et al., 2009). In the South China Sea, *V. alginolyticus* was reported to be the dominant causative agent of high mortality vibriosis in the large yellow croaker, sea bream, grouper, kuruma prawn and shellfish species (Liu et al., 2004). *V. alginolyticus* reported to be common in adult bivalve over the bivalve in the hatcheries (Wang et al., 2016). Besides, it was reported that other vibrios such as *Vibrio europaeus* cause mortality in larvae of other kinds of clams (Dubert et al. 2017).

In contrast to the case of *M. luteus*, our results demonstrated that the clam mortality caused by the *V. alginolyticus* isolate is inversely proportional to initial challenge concentrations of the cells. A similar observation has been previously reported with respect to susceptibility of cod yolk-sac larvae to different concentrations of *Vibrio* spp (Sandlund et al., 2010). They found that the larvae challenged with relatively low doses (10^4 cfu ml⁻¹) suffered mortality significantly more than those infected by higher bacterial cell densities. This unpredicted mortality impact of the relatively low bacterial doses observed in the present work could be explained as a consequence of host and/or pathogen behavior and interaction. With respect to the host, it has been reported that bivalves have the ability to regulate ingestion of particles present at high concentrations by rejecting the excess as pseudofaeces (Arapov et al., 2010). Concerning the bacterial pathogen, it can be speculated that the community of *Vibrio* cells developed on the host as a growth environment is more physiologically adapted as pathogens when compared to seed culture cells grown on the experimental growth medium.

Moreover, the metabolic and behavioral activities of a bacterial community is affected by quorum sensing; a cell-to-cell bacterial communication which involves intercellular signaling mechanisms in response to cell density (Sifri, 2008). It is also known that most bacterial cells have a remarkable ability to adapt to enormously diverse environmental conditions. Pathogenic bacteria, for example, have to cope with adverse conditions, such as the host environment and host defense reactions. This normally takes place by triggering alternative metabolic and energy generation pathways in bacterial cells (Kidd, 2011).

Another considerable issue is that pathogens have to induce complex regulatory networks that ensure adequate expression of their virulence genes (Duprey et al., 2014). This is mainly because many virulence factors are costly metabolic products and their production is under strict regulatory control mechanisms including quorum sensing (Ruwandeeepika et al., 2012). For instance, the alkaline serine protease was shown to be a virulence factor of *V. alginolyticus* and its expression takes place at late growth stages to reduce the possibility of effective host defenses (Rui et al., 2009). As well, the development of capsule is involved in attachment of the vibrios to the host cells (Hsieh et al., 2003) and plays an important role in immune

avoidance (Chen et al., 2010). Therefore, it can be concluded that expression of key virulence factors in *V. alginolyticus* is not constitutive but rather depends on regulatory mechanisms controlled by bacterial cell-density as well as the nature of the host as a growth environment. Thereby, infection of the clam body with few numbers of *V. alginolyticus* cells may allow a chance for a lag adaptation phase followed by generating a huge number of bacterial cells that have evolved with specialized metabolic regulations customized for interaction with the host environment. On the contrary, invasion of the clam with a large number of *Vibrio* cells that are not pre-adapted to operate with the host body as a growth environment would not be as much effective.

From genomic point of view, a study conducted by Castillo et al. (2015) who worked on two draft genomes of *V. alginolyticus* has identified different virulence factors that could be related to pathogenicity. They have succeeded by using computational approach in the detection of the genes that encodes virulence factors such as collagenases, proteases, and hemolysin), and toxins (RTX, YafQ).

Intensive aquaculture applications have promoted the growth of several bacterial diseases and consequently increased the need for appropriate microbial control methods (Carvalho et al., 2012; Romero et al., 2012). Vaccination was suggested as an ideal method for preventing infectious diseases in the aquaculture field (Deep et al., 2011). However, many aquaculture vaccines are predicted to prompt the evolution of more virulent strains because of being developed for preventing disease symptoms and mortality rather than avoiding infection and transmission (Kennedy et al., 2016). Therefore, it is still necessary to consider chemotherapeutic agents as effective tools against bacterial infections in aquaculture practices.

The results of antibiotic sensitivity test carried out in this work showed that the two experimental *M. luteus* and *V. alginolyticus* isolates are highly sensitive to chloramphenicol, and tetracycline which are protein synthesis inhibitors. In addition, the *V. alginolyticus* isolate was also sensitive to gentamicin which interferes with protein synthesis as well. Similar sensitivity results have been reported for *M. luteus* (Fazlani et al., 2011) and *V. alginolyticus* isolates (Mustapha et al., 2013). However, the use of such chemotherapeutics in aquacultures must be controlled by government agencies, particularly with respect to dose rates and limitations.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank the Science and Technology Development fund for funding this research as part of the US-Egypt project # 1971 entitled "Biomarker Assisted Selection for Disease-Resistance in Clams for Establishing Egyptian and Improving American Bivalve Aquaculture" (2010-2014).

REFERENCES

- Abdella, B., El-Wazzan E., El-Sersy, N.A., El-Helow, E.R. & Sabry, S.A. (2015). Dynamics of bacterial pathogens associated with the clam *Tapes decussatus* in three main Egyptian fisheries. *Journal of Advances in Biology*, 8(2):1614-1622.
- Altuntas, F., Yildiz, O., Eser, B., Gündogan, K., Sumerkan, B. & Çetin, M. (2004). Catheter-related bacteremia due to *Kocuria rosea* in a patient undergoing peripheral blood stem cell transplantation. *BioMedical Central Infectious*, 4(1):62. doi: [10.1186/1471-2334-4-62](https://doi.org/10.1186/1471-2334-4-62)
- Arapov, J., Ezgeta-Balić, D., Peharda, M. & Ninčević Gladan, Ž. (2010). Bivalve feeding- how and what they eat? *Croatian Journal of Fisheries*, 68(3):105-116.
- Aydin, S., Ciltas, A., Yetim, H. & Akyurt, I. (2005). Clinical, pathological and haematological effects of *Micrococcus luteus* infections in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(2):167-174.
- Carvalho, E.D., David, G.S. & Silva, R.J. (Eds.). (2012). *Health and Environment in Aquaculture*. Rijeka, Croatia: InTech. doi: [10.5772/2462](https://doi.org/10.5772/2462)
- Castillo, D., D'Alvise, P., Kalatzis, P. G., Kokkari, C., Middelboe, M., Gram, L., Liu, S. & Katharios, P. (2015). Draft genome sequences of *Vibrio alginolyticus* strains V1 and V2, opportunistic marine pathogens. *Genome Announcements*, 3(4):e00729-15. doi: [10.1128/genomeA.00729-15](https://doi.org/10.1128/genomeA.00729-15)
- Chatterjee, S. & Haldar, S. (2012). *Vibrio* related diseases in aquaculture and development of rapid and accurate identification methods. *Journal of Marine Science: Research & Development*, 1(2):1-7. doi: [10.4172/2155-9910.S1-002](https://doi.org/10.4172/2155-9910.S1-002)
- Chen, Y., Dai, J., Morris, J.G. Jr. & Johnson, J.A., (2010). Genetic analysis of the capsule polysaccharide (K antigen) and exopolysaccharide genes in pandemic *Vibrio parahaemolyticus* O3:K6. *BMC Microbiology* 10:274. doi: [10.1186/1471-2180-10-274](https://doi.org/10.1186/1471-2180-10-274)
- CLSI. (2007). *Performance Standards for Antimicrobial. Susceptibility Testing; Seventeenth. Informational Supplement*. Pennsylvania, USA: Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).
- Collin, B., Rehnstam-Holm, A. & Hernroth, B. (2008). Faecal contaminants in edible bivalves from Maputo Bay, Mozambique: Seasonal distribution, pathogenesis and antibiotic resistance. *The Open Nutrition Journal*, 2:86-93. doi: [10.2174/1874288200802010086](https://doi.org/10.2174/1874288200802010086)
- Dawood, M. A. & Koshio, S. (2016). Recent advances in the role of probiotics and prebiotics in carp aquaculture: A review. *Aquaculture*, 454:243-251. doi: [10.1016/j.aquaculture.2015.12.033](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.12.033)
- Deep, A., Chaudhary, U. & Gupta, V., (2011). Quorum sensing and Bacterial Pathogenicity: From Molecules to Disease. *Journal of Laboratory Physicians*, 3(1):4-11. doi: [10.4103/0974-2727.78553](https://doi.org/10.4103/0974-2727.78553)
- Deng, L.L., Alexander, A. A., Lei, S. & Anderson, J.S. (2010). The cell wall teichuronic acid synthetase (tuas) is an enzyme complex located in the cytoplasmic membrane of *Micrococcus luteus*. *Biochemistry Research International*, 2010:1-8. doi: [10.1155/2010/395758](https://doi.org/10.1155/2010/395758)
- Dubert, J., Romalde, J.L., Prado, S. & Barja, J.L. (2016). *Vibrio bivalvicida* sp. nov., a novel larval pathogen for bivalve molluscs reared in a hatchery. *Systematic and Applied Microbiology*, 39(1):8-13. doi: [10.1016/j.syapm.2015.10.006](https://doi.org/10.1016/j.syapm.2015.10.006)
- Dubert, J., Aranda-Burgos, J.A., Ojea, J., Barja, J.L. & Prado, S. (2017). Mortality event involving larvae of the carpet shell clam *Ruditapes decussatus* in a hatchery: isolation of the pathogen *Vibrio tubiashii* subsp. *Europaeus Journal of Fish Diseases* 40:1185-1193. doi: [10.1111/jfd.12593](https://doi.org/10.1111/jfd.12593)
- Dong, F.M. (Ed.). (2010). *The Nutritional Value of Shellfish*. Washington, USA: A Washington Sea Grant publication.
- Duprey, A., Reverchon, S. & Nasser, W. (2014). Bacterial virulence and Fis: adapting regulatory networks to the host environment. *Trends in Microbiology*, 22(2):92-99. doi: [10.1016/j.tim.2013.11.008](https://doi.org/10.1016/j.tim.2013.11.008)
- Fazlani, S.A., Khan, S.A., Faraz, S. & Awan, M.S. (2011). Antimicrobial susceptibility of bacterial species identified from mastitic milk samples of camel. *African Journal of Biotechnology*, 10(15):2959-2964. doi: [10.5897/AJB10.716](https://doi.org/10.5897/AJB10.716)
- Gómez-León, J., Villamil, L., Salger, S. A., Sallum, R.H., Remacha-Triviño, A., Leavitt, D.F. & Gómez-Chiarri, M. (2008). Survival of eastern oysters *Crassostrea virginica* from three lines following experimental challenge with bacterial pathogens. *Diseases of Aquatic Organisms*, 79:95-105. doi: [10.3354/dao01902](https://doi.org/10.3354/dao01902)
- Hsieh, Y.C., Liang, S.M., Tsai, W.L., Chen, Y.H., Liu, T.Y. & Liang, C.M., (2003). Study of capsular polysaccharide from *Vibrio parahaemolyticus*. *Infection and Immunity*, 71:3329-3336. doi: [10.1128/IAI.71.6.3329-3336.2003](https://doi.org/10.1128/IAI.71.6.3329-3336.2003)
- Jorgensen, J.H. & Ferraro, M.J. (2009). Antimicrobial susceptibility testing: A review of general principles and contemporary practices. *Clinical Infectious Diseases*, 49(11):1749-1755. doi: [10.1086/647952](https://doi.org/10.1086/647952)
- Kayser, F.H., Bienz, K.A., Eckert, J. & Zinkernagel, R.M. (Eds.). (2005). *Medical Microbiology*. New York, USA: Thieme Stuttgart.
- Kemp, P.S. (Ed.). (2006). *Oyster Hatchery Manual*. North Carolina, USA: Carteret Community College.
- Kennedy, D.A., Kurath, G., Brito, I.L., Purcell, M.K., Read, A.F., Winton, J.R. & Wargo, A.R. (2016). Potential drivers of virulence evolution in aquaculture. *Evolutionary Applications*, 9(2):344-354. doi: [10.1111/eva.12342](https://doi.org/10.1111/eva.12342)
- Kidd, S. P. (Ed.). (2011). *Stress Response in Pathogenic Bacteria*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CAB International. doi: [10.1079/9781845937607.0093](https://doi.org/10.1079/9781845937607.0093)
- Kumar, S., Stecher G. & Tamura, K. (2016). MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*, 33:1870-1874. doi: [10.1093/molbev/msw054](https://doi.org/10.1093/molbev/msw054)
- Laganà, P., Caruso, G., Minutoli, E., Zacccone, R. & Delia, S. (2011). Susceptibility to antibiotics of *Vibrio* spp. and *Photobacterium damsela* ssp. piscicida strains isolated from Italian aquaculture farms. *New Microbiologica*, 34(1):53-63.
- Lane, D. (1991). 16S/23S rRNA Sequencing. In Stackebrandt, E. & Goodfellow, M. (Eds.), *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics* (115-175). New York, USA: John Wiley & Sons.
- Livestrong.com, (1969) *5 Things You Need to Know About the Health Benefits of Clams*. Retrieved from LIVESTRONG.COM: <http://www.livestrong.com/article/5384-need-health-benefits-clams/> (05.05.2013)
- Liu, C.H., Cheng, W., Hsu, J.P. & Chen, J.C. (2004). *Vibrio alginolyticus* infection in the white shrimp *Litopenaeus vannamei* confirmed by polymerase chain reaction and 16S rDNA sequencing. *Diseases of aquatic organisms*, 61(1-2):169-174. doi: [10.3354/dao061169](https://doi.org/10.3354/dao061169)
- Miossec, L., Le Deuff, R.M. & Goulletquer, P. (2009). Alien species alert: *Crassostrea gigas* (Pacific oyster). ICES Cooperative Research Report, 299.
- Mustapha, S., Mustapha, E. M. & Nozha, C. (2013). *Vibrio alginolyticus*: an emerging pathogen of food borne diseases. *International Journal of Science and Technology*, 2(4):302-309.

- Ottaviana, D., Bacchiocchi, I., Masini, L., Leoni, F., Carraturo, A., Giammarioli, M. & Sbaraglia, G. (2001). Antimicrobial susceptibility of potentially pathogenic halophilic vibrios isolated from seafood. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 18(2):135-140. doi: [10.1016/S0924-8579\(01\)00358-2](https://doi.org/10.1016/S0924-8579(01)00358-2)
- Paillard, C. (2004). A short-review of brown ring disease, a vibriosis affecting clams, *Ruditapes philippinarum* and *Ruditapes decussatus*. *Aquatic Living Resources*, 17:467-475. doi: [10.1051/alr:2004053](https://doi.org/10.1051/alr:2004053)
- Paillard, C., Roux, F. & Borrego, J.J. (2004). Bacterial disease in marine bivalves a review of recent studies: trends and evolution. *Aquatic Living Resources*, 17:477-498. doi: [10.1051/alr:2004054](https://doi.org/10.1051/alr:2004054)
- Park, K., Paillard, C., Le Chevalier, P. & Choi, K. (2006). Report on the occurrence of brown ring disease (BRD) in manila clam, *Ruditapes philippinarum* on the west coast of Korea. *Aquaculture*, 255(1-2):610-613. doi: [10.1016/j.aquaculture.2005.12.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.12.011)
- PHAC- (2011). *Micrococcus* spp. Public Health Agency of Canada. Retrieved from <http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/micrococcus-eng.php> (24.10.2013)
- Ramos, R.J., Pereira, M.A., Miotto, L.A., Faria, R.D., Junior, N.S. & Vieira, C. R. (2012). Occurrence of *Vibrio* spp., positive coagulase staphylococci and enteric bacteria in oysters (*Crassostrea gigas*) harvested in the south bay of Santa Catarina island, Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32(3):478-484. doi: [10.1590/S0101-20612012005000061](https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000061)
- Romalde, J. & Barja, J. (2010). Bacteria in molluscs: good and bad guys. *Formatex*, 136-147.
- Romero, J.M., Feijóo, C.G. & Navarrete Wallace, P.A. (2012). Antibiotics in aquaculture use, abuse and alternatives; In: Carvalho, E.D., David, J.S. & Silva, R.J. (Eds.), *Health and Environment in Aquaculture*, p. 159. doi: [10.5772/28157](https://doi.org/10.5772/28157)
- Rui, H., Liu, Q., Wang, Q., Ma, Y., Liu, H., Shi, C. & Zhang, Y. (2009). Role of alkaline serine protease, asp, in *Vibrio alginolyticus* virulence and regulation of its expression by luxO-luxR regulatory system. *J Microbiol Biotechnol*, 19:431-438. doi: [10.4014/jmb.0807.404](https://doi.org/10.4014/jmb.0807.404)
- Ruwandeeepika, D., Arachchige, H., Sanjeewa Prasad Jayaweera, T., Paban Bhowmick, P., Karunasagar, I., Bossier, P. & Defoirdt, T. (2012). Pathogenesis, virulence factors and virulence regulation of vibrios belonging to the Harveyi clade. *Reviews in Aquaculture*, 4(2):59-74. doi: [10.1111/j.1753-5131.2012.01061.x](https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01061.x)
- Sandlund, N., Rødseth, O.M., Knappskog, D.H., Fiksdal, I.U. & Bergh, Ø. (2010). Comparative susceptibility of turbot, halibut, and cod yolk-sac larvae to challenge with *Vibrio* spp. *Diseases of Aquatic Organisms*, 89: 29-37. doi: [10.3354/dao02176](https://doi.org/10.3354/dao02176)
- Sifri, C. D. (2008). Quorum Sensing: Bacteria Talk Sense. *Clinical Infectious Diseases*, 47(8):1070-1076. doi: [10.1086/592072](https://doi.org/10.1086/592072)
- Tubiash, H.S. (1975). Bacterial pathogens associated with cultured bivalve mollusk larvae. In W. L. Smith, & M. H. Chanley (Eds.), *Culture of Marine Invertebrate Animals* (61-71). New York, USA: Springer. doi: [10.1007/978-1-4615-8714-9_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-8714-9_4)
- Wang, Z., Wang, B., Chen, G., Jian, J., Lu, Y., Xu, Y. & Wu, Z. (2016). Transcriptome analysis of the pearl oyster (*Pinctada fucata*) hemocytes in response to *Vibrio alginolyticus* infection. *Gene* 575:421-428. doi: [10.1016/j.gene.2015.09.014](https://doi.org/10.1016/j.gene.2015.09.014)
- Wu, H., Ji, C., Wei, L., Zhao, J. & Lu, H. (2013). Proteomic and metabolomic responses in hepatopancreas of *Mytilus galloprovincialis* challenged by *Micrococcus luteus* and *Vibrio anguillarum*. *Journal of Proteomics*, 94(6): 54-67. doi: [10.1016/j.jprot.2013.09.001](https://doi.org/10.1016/j.jprot.2013.09.001)

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Determination of quality changes of fish sausage produced from saithe (*Pollachius virens* L., 1758) during cold storage

Mezgitten (*Pollachius virens* L., 1758) üretilen balık sosislerin soğuk muhafaza sırasındaki kalite değişimlerinin belirlenmesi

M. Tolga Dinçer*  E. Burcu Şen Yılmaz • Şükran Çaklı

Department of Fishery and Processing Technology, Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Turkey

* Corresponding author: tolga.dincer@ege.edu.tr

Received date: 16.06.2017

Accepted date: 14.09.2017

How to cite this paper:

Dinçer, M.T., Yılmaz, E.B.Ş. S. & Çaklı, Ş. (2017). Determination of quality changes of fish sausage produced from saithe (*Pollachius virens* L., 1758) during cold storage. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):391-399. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.05](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.05)

Abstract: The objectives of this study were to determine the texture and quality parameters of surimi sausage which was prepared from saithe flesh, during the cold storage. First stage was the production of surimi by using saithe flesh (*Pollachius virens*) and second stage was preparation of fish sausage and monitoring its quality during the cold storage condition. Quality parameters of prepared sausages were determined by using chemical (Total Volatile Base Nitrogen mg/100g, Tiyobarbutric acid mg malonaldehyde/kg and pH analyses), microbiological (Total Aerobic Mesophilic Bacteria Count, Psychrophilic Bacteria Count, Anaerobic Bacteria Count, *Staphylococcus aureus* count and Yeast - Mould) and sensorial analysis. The mechanical parameters were observed by using texture profile analysis (TPA) and shear test during the storage period at 0, + 4°C. Spoilage was detected due to the microbiological analysis results on the 15th day of storage.

Keywords: Texture, quality, surimi, fish, sausage, colour measurement, saithe

Öz: Bu çalışmanın amacı soğuk depolamada mezgitten üretilen surimiden yapılan sosis dokusunu ve kalite parametrelerini tespit etmektir. Birinci aşamada mezgitten filetolardan (*Pollachius virens* L., 1758) surimi üretimi gerçekleştirilmiş ve çalışmanın ikinci aşamasında ise hazırlanan surimi ham materyalinden sosis üretimi gerçekleştirilmiş ve soğuk muhafaza koşullarında kalite değişimleri gözlemlenmiştir. Hazırlanan sosislerin kalite parametreleri kimyasal (Toplam Uçucu Bazik Azot mg/100gr, Tiyobarbutric asit miktarı mg malonaldehit/kg ve pH analizleri) mikrobiyolojik (Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri sayısı, Psikrofilik Bakteri Sayısı, Anaerobik Bakteri sayısı, *Staphylococcus aureus* sayısı ve Maya –Küf) ve duyuşsal analizler kullanılarak tespit edilmiştir. Mekanik parametreler ise 0, + 4 °C’de depolama süresi boyunca doku profili analizi (TPA) ve kesme testi kullanılarak gözlemlenmiştir. Depolama 15. günde yapılan mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre bozulma tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doku, kalite, surimi, balık, sosis, renk ölçümü, mezgitten

INTRODUCTION

Surimi is a Japanese term, which defines a concentrate of myofibrillar proteins obtained after mincing and water washing of fish flesh (Park and Morrissey, 2000; Toyoda et al. 1992). Surimi is light in color, has a bland odor, low in fat and high in myofibrillar protein and extremely functional due to the unique gelling properties of these myofibrillar proteins and these qualities make surimi an ideal and useful ingredient for fabricating new food products (Lee, 1986). Surimi is the term used for minced fish in which, most of the water-soluble components, including sarcoplasmic proteins have been removed by leaching with water (Murakawa et al., 2003). Surimi process functionality including gelling, binding, and emulsifying properties can be used as a functional protein ingredient in several products (Lanier, 1986). Surimi which is a highly functional protein raw material, is one of the most famous and

preferred Japanese seafood for production technologies (Kim and Park, 2006). Surimi can be used as raw material for a variety of popular food products such as fish ball, fish noodles, fish sausage, fish burger or fish cakes. Thus, gelling properties of surimi can be influenced by many factors causing the structural alteration in sausage (Jin et al., 2007). This version of sausage development is very important not only for consumers but also for the seafood industry. Fish is known as a rich source of long-chain n-3 fatty acids, and those fatty acids are known to have a range of health benefits. Especially potential roles in reducing the risk of coronary heart disease, inflammatory disorders, and immune disorders have resulted in interest among consumers and manufacturers (DeDeckere et al., 1998; Trautwein, 2001). Besides, emulsified fish products like salami and sausage can be other alternatives for food

manufacturers. Minced fish and surimi/surimi powder have been used as raw materials for emulsion sausage production for many years, especially in Asian countries (Konno, 2005). All over the world the health organisations recommend limiting the intake of saturated fatty acids and cholesterol (Kris-Etherton et al., 1988). The best solution might be to encourage consumers to consume fish-based products.

Several recent studies have examined the use of various functional ingredients or adjuncts in sausage formulations. Among such ingredients are starch (Shand, 2000), egg white (Carballo et al., 1996), salt (Ripoche et al., 2001), carrageenans (Hughes et al., 1997), other gums (Xiong et al., 1999) and konjac flour (Chin et al., 1998).

The aim of this study was to produce a surimi and sausage from saithe (*Pollachius virens* L., 1758) fillets and determining the quality changes of sausage product during cold storage. Achieving a pleasant appearance and an extended shelf life without loss of the traditional spicy sausage taste and the reduction of nitrate content were the main goals of the product.

MATERIALS AND METHODS

Raw Material

Frozen saithe fillets (*Pollachius virens* L., 1758) which have skins were used as raw material in this study. It was known that the frozen fillets were imported from Norway by the Pinar Company (Izmir, Turkey) 2 months before and have been stored in -24°C up to the beginning of the study. Frozen samples were transported to the Pinar Et R&D laboratory in the frigorific vehicle (-18°C) from the company freezing storage unit the night before the production.

Surimi production

Traditional method of surimi production technique was preferred for the production. Frozen saithe fillets (*Polachius virens* L., 1758) were thawed up to -2°C before the sarcoplasmic tissues were removed. First skins were removed, then myofibril proteins were separated from dark flesh and deboned by hand and then they were washed to remove any remaining slime, scales or blood adhering to the flesh. Cleaned fish flesh was next minced by using Kitchen Aid KPM5 Professional meat grinder (St. Joseph, Michigan, USA), equipped with 2 cm grinding blades and a metallic screen with six mm diameter circular holes. Minced flesh was washed in a stainless-steel tank with iced water (1/1w/v) in the ratio of one part flesh to three parts water (w/v) and gently stirred for a residence time of 5 min. Dewatering was achieved by wrapping surimi inside of a cheese cloth and squeezed by using screw press. That process of washing and dewatering was repeated two times in the production steps. Then the final wash (third wash) was done by adding 0.1% salt and ice(w/w) to finalize the dewatering process. As additives cryoprotectants; 4% (w/v) sorbitol and 4 % (w/v) polyphosphate were added and blended by using a bowl chopper (Mainca Bowl Chopper, Maquinaria Industria, Barcelona, Spain) to complete the process. Surimi temperature was maintained lower than 8°C throughout the

process. Surimi was formed into blocks, over wrapped with oxygen permeable polyvinyl-chloride film and kept in frozen storage at -18°C for two days before the process of sausage production.

Casing material

Cellulose sausage casings (Wienie-Pak®, Belgium) were used for the processing fish sausage. The physical property of casing material was 21mm diameter (no:19), 15 cm long and colorless. This material can hold up to 4.5 kg of filling. During the pasteurization process, this cover material can protect the physical and chemical properties of its content.

Formulation

The formula and the ingredients for production were as follows: raw surimi material, 67.84%; ice, 16.28%; cow fat, 5.09%; sun flower oil, 5.09%; soy protein concentrates (SN 650, Heilongjiang Shuanghe Songnen Soybean Bioengineering Co., Ltd., Heilongjiang, China), 1.7%; modified potato starch (PenCling® 530, Penford Food Ingredient CO, Colorado, USA); 1.7%; salt, 1.36%; sodium tripolyphosphate (STPP), 0.17%; red pepper, 0.07%; black pepper, 0.14%; sugar, 0.15%; pimento, 0.04%; coriander, 0.10%; ginger, 0.10%; ascorbic acid, 0.02%; sodium nitrite, 0.02%; coloring, 0.02%, MSG, 0.14%. Sausage formula was taken from the National Patent No: TR 2009 02207B (Dincer and Cakli, 2012).

Sausage production

Frozen surimi was tempered with room temperature for 2 h and optimized formulations for fish-surimi sausage were prepared in a bowl chopper. The appropriate quantities of the various ingredients were weighed in order to produce 15 kg of batter. Sausage batter was prepared in sequential steps as follows. First minced surimi was mixed with salt and STPP for 2 min with an industrial bowl cutter (15 kg capacity; Mainca Bowl Cutter Model C-14, Berkshire, UK). During mixing batter temperature was recorded as $-2.24 \pm 1.02^{\circ}\text{C}$. In the second step, ice-water (1/3 of the total ice), soy protein concentrates and potato starches were added with additional mixing for 1 min. Thereafter, cow fat and sun flower oil were added separately and mixed for one min each. Spices and another 1/3 of total ice were added. The last step involved the addition of the leftover additives and preservatives and the unused ice-water. Additional mixing for 2 min at the same speed was done. The comminuted batter was stuffed into a No.19 cellulose casing using a hydraulic filler (model EC-12A, Mainca Sausage Fillers, Berkshire, UK). Each sausage unit was sized as 50 g by using an automatic clipping and filling apparatus. The stuffed casing was linked in 20 cm length and cooked in 85°C convection oven (model FKG-042, Inoksan Industrial Equipments, Bursa, Turkey) with 75°C internal temperature (measured by a thermocouple probe) held for 35 min. Upon cooking, the sausages were immediately cooled in ice-water (1:1, w/v) and the casings were removed by hand. Sausages were over wrapped in oxygen permeable ($6000\text{--}8000\text{ cm}^3/\text{m}^2/24\text{ h at STP}$) polyvinyl-chloride film (Wrap Film

Systems Ltd., Halesfield 14, Telford TF7 4QR, Shropshire, England) by using vacuum packaging technique and the second pasteurization was done by placing inside of a boiling water for 15 min to protect the product from cross contamination then kept in cold storage (1.14 ± 1.1 °C) to monitor the conditions for the duration of the trial (15 days).

Proximate Composition

Moisture content was determined by drying the samples at 105°C to a constant weight (AOAC, 1990). Crude protein content was calculated by converting the nitrogen content as determined by Kjeldahl's method (AOAC, 1995). Crude fat was determined by using the method described by Bligh and Dyer (1959). The crude ash content was determined by using the method of Ludorff and Meyer (1973). The analysis of the samples were all carried out in triplicate.

Chemical Analysis

Total volatile basic nitrogen (TVB-N, mg/100g) was determined according to the method of Vyncke (1996). Thiobarbituric acid (TBA, mg malonaldehyde/kg) was determined according to the method proposed by Tarladgis et al. (1960). The pH value was recorded by using a Hanna 211 models pH meter (Cluj-Napoca, Romania), and the glass electrode was applied directly to the homogenate (5g of fish/5ml distilled water).

Microbiological Analysis

Microbiological counts were performed for Total Aerobic Mesophilic Bacteria Count (TAMBC) (Harrigan and McCance, 1976) and Total Aerobic Psychrotrophic Bacteria Count (TAPBC) (Ariyapitun et al., 1999). 10 g of sample was taken and transferred in 90 ml, 0.1% peptone water (Difco, 0118-17-0). Other decimal dilutions were prepared from the 10–1 dilution. The inoculated plates were incubated at 30 ± 1 °C for 48 ± 3 h and at 4 °C for 14 days for total aerobic mesophilic counts and psychrophilic counts respectively. Anaerobic Bacteria Count (ABC) (FDA, 1992), *Staphylococcus aureus* Count (Mossel and Moreno Garcia, 1985) Yeast and Mould Count (Harrigan and McCance, 1976), used as methods for determining the microbiological quality of the sausage. The number of anaerobic bacteria was determined as pour plate counts in PCA but incubation was carried out in anaerobic jar, for 5 days at 25 °C. Yeast Extract Glucose Chloromphenicol Agar was used for moulds-yeast count and plates were incubated at 25 °C for 5 days.

Colour Measurement

The colour measurement was carried out using the Schubring (2002) method by measuring 10 times of different parts of the upper smooth surface. In the CIE Laboratory system, L* indicates the intensity of light in black from 0 to 100 scales; a* (+) red or (-) green; and b* (+) indicates yellow or (-) blue.

Texture Profile Analysis (TPA)

TPA was performed using the TA-XT Plus texture analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, UK) according to Schubring (2003) method. Prior to the test, the sausage samples were equilibrated to room temperature for 30 minutes and sectioned into a 2 cm thick layer drawn into a 2.5 cm diameter cylinder. The samples were compressed twice in a cross speed of 0.80 mm / second to 60% of the original height. The mechanical properties of hardness, cohesiveness, springiness, resilience and chewiness were evaluated from the resulting force/deformation curves.

Shear Test

Specimen loading, test conditions and specimen preparation followed the procedure described by Su et al. (2000). The samples were compressed once at a crosshead speed of 0.80 mm/second to cut the whole sausages by using the Warner-Bratzler blade set with a 25 kg load cell. Shear force and the work of shearing samples were estimated with a Warner-Bratzler blade attached to the same texture analyser. Maximum force to cut the sample (shear force) and the work needed to move the blade through the sample (work of shearing) were recorded.

Sensory Analysis

Sensory evaluation of the sausage was conducted after the first day of storage following the procedures by Fernández-Fernandez et al. (2002) using a panel of 5–7 individuals from Ege University Fisheries Faculty, Department of Seafood Processing Technology who are familiar with the sensory assessment of seafood products. In each session, each panelist received 3 whole sausages. The samples were presented in a randomized order to the 5 panelists. The descriptors considered were appearance, visible fat, perceived hardness, fish odour, spicy odour, spoiled odour, taste, fattiness, juiciness, acid taste, bitterness, and rancidity. Sensorial panel score of 5 was defined as the limit of acceptance for some attributes (appearance, hardness and taste). Rest were the amount of the attributes assessed by the panelists. All properties were evaluated on 10-point intensity scales (ISO-4121-1987, 1987).

Statistical analysis

Statistical analysis was carried out using SPSS (SPSS, 1999, Version 9.0. Chicago, IL, USA) by Duncan's multiple range test. One Way Anova test was used to compare the differences among means between the analysis periods and results. The results are presented as means ± SD with the significance level set at $p < 0.05$ and defined as different superscript letters represents significant difference ($p < 0.05$) during the storage period in tables.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Assessment proximate composition

The concentrations of the constituents in sausages used in these experiments, and their means show 51.92 (g/100g) moisture; 1.94 (g/100g) crude ash; 17.34 (g/100g) crude protein and 11.44 (g/100g) crude fat. These results were similar to the study reported by Dincer (2008) about fish sausages. In the study of Dincer et al. (2007) the proximate composition values of prepared fish sausages were reported as 52.73 (g/100g) moisture, 1.97 (g/100g) ash, 19.60 (g/100g) protein and 12.28 (g/100g) crude fat and these results were similar to the results in the study of Cardoso et al. (2008).

Assessment of chemical analysis

The TBA index is a widely used indicator for the assessment of the degree of lipid oxidation (Nishimoto et al., 1985). According to Schormüller (1969), the TBA value should be less than 1 mg malonaldehyde/kg for “excellent” quality, 3 mg for “very good” quality, and 3–5 mg for “good” quality. It has been proposed that the acceptability limit of TBA value for consumption is 8 mg malonaldehyde/kg. TBA values increased ($P<0.05$) in samples over time indicating an increase in lipid oxidation. TBA values of the samples can be seen in Table 1. By the end of the storage period no spoilage was detected according to the TBA test on sausage. The changes of TBA values were negligible for the 15 days retail period (Table 1). Normally, lipid oxidation in muscle systems is initiated at the membrane level in the intracellular phospholipid fractions (Gray et al. 1996). This may be due to the fact that, susceptibility to lipid oxidation is closely related to fat levels like in the study of Murphy et al. (2004) in their study different fat levels brought different lipid oxidation values in the same conditions. Using lower values of fat and oil causes lower TBA values during the storage in the current study.

TVB-N is a spoilage index for fish and seafood (FAO 1986). FAO has indicated that samples with less than 25 mg N/100g TVB-N values are ‘perfect quality’, samples with up to 30 mg N/100g TVB-N value are ‘good quality’, samples with up to 35 mg N/100g TVB-N are ‘marketable quality’ and the samples with more than 35 mg N/100g TVB-N value are indicated as ‘spoiled’ (Schormüller 1968; Ludorff & Meyer, 1973). At the beginning of the storage period TVB-N values of the samples were determined as 13.60 ± 0.51 mg N/100g whereas the TVB-N values of raw fillets were 10.20 ± 0.63 mg N/100g (Frozen fillet). These values improved freshness of the fish at the beginning of preparation. However, TVB-N values of the samples were still found under the limits on 15th day. The pH values of samples showed a significant decrease over the 15 days of shelf life evaluation.

The pH values were recorded in the range of 6.68–6.87. Chemical tests showed that oxidation of the product was negligible or not present at all, and the pH was observed to decline and volatile compounds increased during the storage period but not reached the spoilage limits.

Table 1. Chemical quality analysis results of fish sausage during storage

Days	TVB-N (mg/100g)	TBA (mgMDA/kg)	pH
T1	13.60 ± 0.51^a	0.31 ± 0.03^a	6.68 ± 0.09^a
T3	15.96 ± 0.89^b	0.36 ± 0.01^a	6.77 ± 0.03^{ab}
T6	16.26 ± 1.02^b	0.42 ± 0.00^b	6.79 ± 0.06^{ab}
T8	17.73 ± 0.89^{bd}	0.45 ± 0.04^{bc}	6.81 ± 0.01^b
T10	19.80 ± 0.51^{cd}	0.48 ± 0.02^c	6.84 ± 0.04^b
T13	20.39 ± 0.89^c	0.50 ± 0.01^c	6.85 ± 0.01^b
T15	21.28 ± 0.89^c	0.65 ± 0.01^d	6.87 ± 0.01^b

Different superscript letters within the same column represents significant difference ($p<0.05$), $n=3$

Microbiological Analysis

Microbiological quality control analysis was used in three stage of process. The first sample was taken from the prepared surimi material and the determined counts were 2.96 log cfu/g for TAMBC and 2.85 log cfu/g for PBC. In the second step of the sausage process sample was taken from the prepared batter. The taken data was significantly higher ($p<0.05$) and surimi samples (raw material) and TAMBC and PBC counts were 5.59 log cfu/g, 4.30 log cfu/g respectively, as expected. In the last step of microbiological quality control samples were taken from double pasteurized sausage samples during the cold storage (4 °C). The initial bacterial loads were determined lower than the loads of batter. As expected, determined low load was the result of thermal treatment (pasteurization). The bacterial counts of Total Aerobic Mesophilic Bacteria Counts (TAMBC), Psychrotrophic Bacteria Counts (PBC), Anaerobic Bacteria Counts (ABC), Yeast-Mould Counts (YMC) and *Staphylococcus aureus* loads can be seen in Table 2. Sausages on the day 15th exceeded 6 log cfu/g, due to the Total Mesophilic Bacterium Counts sausages exceeded the 6 log cfu/g value on the 15th day of storage, which was the maximum limit of bacterial load for the acceptability on seafood products (ICMSF 1978). Yeast-Mould counts and *Salmonella aureus* were observed, neither in raw surimi material nor sausage product during the storage period. In another study, which was about production of sausages using *Tilapia nilotica* fillets showed similar results (Orellana et al., 1999). Similar results can be seen in the study of Dincer et al. (2007). In both studies pathogenic microorganisms and yeast-mould counts were not detected.

Table 2. Microbiological quality analysis results of fish sausage during storage (log cfu/g)

Days	TAMBC log cfu /g	PBC log cfu/g	ABC log cfu/g	YMC log cfu/g	<i>Staphylococcus aureus</i>
T1	3.17 ± 0.06 ^a	2.00 ± 0.00 ^a	3.32 ± 0.09 ^a	ND	ND
T3	3.27 ± 0.07 ^a	3.54 ± 0.03 ^b	3.18 ± 0.03 ^b	ND	ND
T6	3.60 ± 0.06 ^b	3.85 ± 0.02 ^c	3.20 ± 0.06 ^{ab}	ND	ND
T8	3.90 ± 0.01 ^c	4.36 ± 0.06 ^d	3.78 ± 0.03 ^c	ND	ND
T10	4.62 ± 0.02 ^d	4.89 ± 0.02 ^e	3.91 ± 0.01 ^d	ND	ND
T13	5.77 ± 0.02 ^e	5.73 ± 0.01 ^f	4.30 ± 0.00 ^e	ND	ND
T15	6.32 ± 0.04 ^f	6.08 ± 0.08 ^g	4.77 ± 0.04 ^f	ND	ND

Different superscript letters within the same column represents significant difference ($p < 0.05$), $n = 3$. ND=Not determined

Assessments of textural properties

The mean texture scores from the Texture Profile Analyse (TPA) tests press peak values are indicated in Table 3. As seen in table, hardness and chewiness, in this fish-based product, had values between 29.65-33.92 (N) and 3.97-4.65 (Nmm), respectively. These results were lower than the study of Lull, et al. (2002) and the similar with the study of Dincer (2008). On the other hand, when compared with the research of Dincer and Cakli (2010) which was about the textural properties of rainbow fish sausage produced from frozen fillets the determined values were harder and less chewable than their findings. The determined, hardness values of the sausage decreased slightly up to the end of the first ten days and then increasing values were observed until the end of storage period. Significant differences ($P < 0.05$) are shown in the middle of the storage period when compared with initial days and the end of the period. These results indicated that the hardness value of surimi sausage samples gradually increased by increasing storage time (days). Cohesiveness is a measure of the degree of difficulty to break down the internal structure of the sausages. The cohesiveness of sausage samples varied between 0.18 and 0.23. Cohesiveness data from the first day of storage were showed a slight similar with no significant difference ($P > 0.05$) except the 13th day value. In general, the addition of water and ice in sausage preparation made the structure softer and less breakable supported by the evidence of the data observed before.

Springiness represents the extent of recovery of sausage height and sometimes referred to as “elasticity” (Sanderson 1990). The springiness of the sausage samples did not differ significantly at all between the periods. In the chewiness values of samples decreasing values can be observed in the first week but after that increasing values were observed. These results were inconsistent with those reported by other investigations which demonstrated that the addition of soy protein, or starch improved the textural properties by decreasing hardness in the product (Dawkins et al., 2001; Ho et al., 1997, Prabhu and Sebranek, 1997). Carballo et al. (1996) found only small differences in cohesiveness among bologna sausages made using different amounts of added oat, starch and egg white. Lee and Toledo (1976) observed that marked reduction in compressive strength and increase in shear strength occurred in Spanish mackerel sausages after frozen stored and the extent of the change became more pronounced as moisture content increased. They also reported the improvement of texture with addition of shortening (12 g/100g muscle) and soy protein fiber (15g/85g muscle) when two-stage comminution process was employed (Lee and Toledo, 1979). Potato starch can be added to improve structural integrity and make fish sausage firmer (Kasapis et al., 2003). Lower values were recorded for hardness, gumminess, chewiness, and fracturability when added tofu powder to lean frankfurters.

Table 3. Texture profile analysis (TPA) results of fish sausage during storage

Parameters(N)	Hardness	Springiness	Cohesiveness	Chewiness	Resilience	Adhesiveness
T1	29.65±1.51 ^{ab}	0.84±0.03 ^a	0.23±0.02 ^a	5.63±0.77 ^a	0.07±0.01 ^a	-0.12±0.13 ^a
T3	32.19±4.37 ^a	0.83±0.03 ^a	0.19±0.03 ^{ab}	4.96±0.50 ^{ac}	0.06±0.01 ^a	-0.07±0.11 ^a
T6	29.67±4.84 ^{ab}	0.83±0.07 ^a	0.16±0.02 ^b	3.97±0.57 ^{bc}	0.06±0.01 ^a	-0.15±0.14 ^a
T8	24.39±3.98 ^b	0.81±0.06 ^a	0.17±0.03 ^{ab}	3.44±0.89 ^{bd}	0.06±0.01 ^a	-0.15±0.15 ^a
T10	23.73±7.8 ^b	0.79±0.13 ^a	0.18±0.09 ^{ab}	3.32±1.71 ^b	0.07±0.04 ^a	-0.11±0.11 ^a
T13	31.55±3.30 ^a	0.83±0.06 ^a	0.15±0.02 ^b	4.03±0.30 ^{bcd}	0.06±0.01 ^a	-0.18±0.13 ^a
T15	33.92±3.75 ^a	0.78±0.06 ^a	0.18±0.04 ^a	4.64±0.80 ^{bd}	0.07±0.02 ^a	-0.18±0.16 ^a

Different superscript letters within the same column represents significant difference ($p < 0.05$), $n = 10$

Assessment shear test (Warner-Bratzler)

The mean texture scores from the Warner Bratzler compression tests press peak values are summarized in Table 4. The shear force values of surimi sausage were arranged between 10.17N and 12.15N. The firmness values were between 2.69 and 3.34. The firmness values of sausage were decreasing due to time storage. Except the peak in T3 no significant difference was determined ($P>0.05$). The texture of formulated flesh is dependent upon composition and processing conditions employed. Furthermore, these factors may be influenced by product flesh formation, which also depends on salt activation and heat coagulation of myofibrillar muscle proteins (Terrell et al., 1981). Troy et al. (1999) concluded that blends, in particular those using tapioca starch, oat fiber and whey protein, when formulated together, bind and retain water to produce a tenderer product, thereby reducing shear forces. Ho et al. (1997) reported that the addition of tofu powder to lean frankfurters improved product texture.

These results are in agreement with other numerous studies where the replacement of meat muscle (and fat) resulted in a marked decrease in product hardness (Crehan et al., 2000; Pietrasik and Duda 2000). Similarly, Desmond and Kenny (1998) found that hardness and shear force of frankfurters significantly decreased with increasing addition of beef heart surimi. Similarly, in this study statistical analysis of pasteurized surimi sausage systems showed that all periods derived for shear force were significant ($P<0.05$). These results were similar to the study of Moreira et al. (2002) who prepared emulsified sausage from tilapia fillets to determine their textural parameters. Among texture attributes, firmness and shear force are important properties for the consumer because they determine the texture acceptability of a product (Chambers and Bowers, 1993). There is a cut-off point below which the textures of many comminuted food products such as meat balls, frankfurter and sausages would be unacceptable (Yu and Yeang, 1993; Nurul et al., 2008).

Table 4. Shear test (Warner Bratzler) results of fish sausage during storage

Days	Cutting Strength (N)	Work of Shear (N)
T1	3.21±0.39 ^{ab}	10.39±0.76 ^a
T3	3.60±0.57 ^b	12.15±1.21 ^b
T6	3.07±0.77 ^{ab}	10.69±1.61 ^{ac}
T8	3.34±0.78 ^{ab}	11.80±1.26 ^{bc}
T10	3.17±0.40 ^{ab}	11.46±0.69 ^{abc}
T13	3.23±0.33 ^{ab}	11.34±0.76 ^{abc}
T15	2.69±0.21 ^a	10.17±0.43 ^a

Different superscript letters within the same column represents significant difference ($p<0.05$), $n=10$

Assessment of sensory analysis

The sensory characteristics in each group were monitored over 13 days (Table 5). Results show that significant effects were not observed on spicy odour and juiciness and in visible fat during the storage. On the first day of storage perceived hardness, taste and appearance received the highest scores (Table 5). Significant differences in perceived spicy odour and juiciness could be explained by the volatile compounds and microbial loads as observed in a previous study (Fernández-Fernández et al. 2002). The effects of storage time on odour, bitterness, taste, and rancidity can be observed as increasing. Thus was explained by comparing the differences between the last week and the first week. The fish odour intensity increased over time as a result of off-odours, such as acidity and rancidity, these factors were observed to increase but they were still with in the acceptable range.

The perceived hardness, appearance, taste, bitter flavour declined with time storage. Other descriptors that increased during storage were: fish odour, spoiled odor, fattiness, bitterness, rancidity but showed no significant differences in first week ($p>0.05$) except in the case of juiciness attribute. Gomez-Guillen and Borderias (1996) observed that the hydrated starch granules adhered to the matrix formed by the squid muscle proteins and contributed to the overall structural cohesion. At temperatures higher than 60°C, starch gelatinized and produced a planar mesh that spread throughout the gel matrix. Similar structural changes in added starch in our sausage products during cooking and subsequent effect on the sensory properties of surimi sausages are expected. The reported scores were the panel means values. Sensorial panel score of 5 was defined as the limit of some attributes (for appearance, hardness and taste) for acceptance limit so the sausages were not determined as spoiled according to the sensorial results.

Table 5. Sensory analysis results of fish sausage during storage

Attributes	T1	T3	T6	T8	T10	T13
Appearance*	9.0±0.10 ^a	8.8±0.04 ^a	8.6±0.05 ^a	7.2±0.02 ^b	6.5±0.00 ^c	6.0±0.10 ^c
Visible fat	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a
Hardness*	8.0±0.02 ^a	7.8±0.04 ^b	7.8±0.04 ^b	7.0±0.00 ^b	6.8±0.00 ^c	6.5±0.10 ^d
Fish odour	4.0±0.00 ^a	4.0±0.00 ^a	4.0±0.00 ^a	4.2±0.10 ^b	4.2±0.10 ^b	4.2±0.10 ^b
Spicy odour	1.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	1.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^a
Spoiled odour	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^b	1.0±0.00 ^b
Taste*	9.5±0.05 ^a	9.5±0.05 ^a	9.0±0.00 ^b	8.5±0.00 ^c	7.0±0.00 ^d	7.0±0.00 ^d
Fattiness	1.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^a	1.00±0.00 ^a	2.0±0.00 ^b	2.0±0.00 ^b
Juiciness	2.0±0.00 ^a	2.0±0.00 ^a	2.0±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	2.5±0.00 ^b	2.0±0.00 ^a
Acidic taste	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	1.0±0.00 ^b	1.0±0.00 ^b
Bitterness	1.5±0.00 ^a	1.5±0.00 ^a	1.0±0.00 ^b	1.0±0.00 ^b	1.0±0.00 ^b	1.0±0.00 ^b
Rancidity	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.0±0.00 ^a	1.0±0.00 ^b

Different superscript letters within the same row represents significant difference ($p < 0.05$)

Different superscript letters within the same column represents significant difference ($p < 0.05$)

*Acceptability limit for appearance, hardness and taste score was 5. Rest are giving the amount of the attributes assessed by the panelists

Assessment of colour measurement

Colour is one of the sensory properties that can easily affect the consumer opinions. The colours of meat sausages are generally red or pink colours. So by using coloring same meat sausage colour was performed in surimi sausage. When the values of each period were compared, no statistical difference was observed ($P > 0.05$) in a^* and b^* values during the storage. In the current study L^* , a^* and b^* values were ranged between; 67.95-72.02, 5.64-5.54 and 15.05-14.50, respectively. In the study of Gimeno et al. (2001), the color values of traditional meat sausage were determined as follows; for L^* value 56.14, for a^* value 16.85 and for b^* value 10.63. But in fish sausages the L^* value varied between 67.95 and 72.02 like the study of Dincer et al (2007). Big differences were determined between redness (a^*) and yellowness values (b^*) when compared with meat sausages. Fish sausages were determined to be much less red and much more yellow.

While the values for L^* were increased, a^* and b^* were decreased during the storage time without showing any significant differences. Similar colour results can be seen in the study by Koizumi and Nonaka (1980). Cardoso et al. (2008) also investigated the development of healthy low-fat fish

sausage; similar colour results were observed in their experiments.

CONCLUSION

As a conclusion, it was determined that saithe flesh can be used sufficiently to prepare a surimi product and by using that product successful fish sausage can be produced. Textural properties and the sensorial results approved that statement in the current study. For future studies increasing shelf life should be the main target. Although double pasteurization technique was used still for 15 days shelf life is not enough for these types of emulsified products so in future studies it is better to focus on studies about additives and packaging techniques.

ACKNOWLEDGEMENT

Part of this study was presented as a poster presentation at 3rd Joint Trans Atlantic Fisheries Technology Conference (39th WEFTA Meeting), Copenhagen, Denmark. Special thanks to the R&D team of Pinar Meat Company for their support.

REFERENCES

- AOAC, 1990. Official method reference: Official Methods of Analysis of the AOAC International, Arlington, VA, 15th ed., 985.22
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis 16th ed. AOAC International, Arlington, VA., AOAC, Chapter 43.
- Ariyapitun, T., Mustapha, T. & Clarkea, D. (1999). Microbial shelf-life determination of Vacuum-packaged fresh beef treated with polylactic acid lactic acid and nisin solutions. *Journal of Food Protection*, 62:913–920. doi: [10.4315/0362-028X-62.8.913](https://doi.org/10.4315/0362-028X-62.8.913)
- 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)
- Carballo, J., Fernandez, P., Barreto, G., Solas, M. T. & Jime'Nez- Colmenero, F. (1996). Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. *Journal of Food Science*, 61(3):652–655. doi: [10.1111/j.1365-2621.1996.tb13179.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb13179.x)
- Cardosa, C., Mendes, R. & Nunes, M. L. (2008). Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre. *International Journal of Food Science and Technology*, 43 (2): 276–283. doi: [10.1111/j.1365-2621.2006.01430.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01430.x)
- Chambers, E.N. & Bowers, J.R. (1993). Consumer perception of sensory quality in muscle Foods. *Food Technology*, 47: 116–120. Chin, K.B., Keeton, J.T., Longnecker, M.T. & Lamkey, J.W. (1998). Functional, textural and microstructure properties of low fat bologna (model system) with a konjac blend. *Journal of Food Science*. 63:801–807. doi: [10.1111/j.1365-2621.1998.tb17904.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb17904.x)
- Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J. & Buckley, D.J. (2000). Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 55:463–469. doi: [10.1016/S0309-1740\(00\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00006-1)
- Dawkins, N.L., Gager, J., Cornillon, J.P., Kim, Y., Howard, H. & Phelps, O. (2001). Comparative studies on the physicochemical properties and hydration behavior of oat gum and oat trim in meat based patties. *Journal of Food Science*, 66:1276–1282. doi: [10.1111/j.1365-2621.2001.tb15201.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15201.x)
- De Deckere, E.A.M., Korver, O., Verschuren, P.M. & Kantan, M.B. (1998). Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin, *European Journal of Clinical Nutrition*, 52: 749–753. doi: [10.1016/S0309-1740\(96\)90009-4](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)90009-4)
- Desmond, E.M. & Kenny, T. (1998). A. Preparation of surimi-like extract from beef hearts and its utilisation in frankfurters. *Meat Science*, 50:81–89. doi: [10.1016/S0309-1740\(98\)00018-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00018-7)
- Dincer, T. Çakli, S. & Kilinc B. (2007). Mezgit (*Pollachius Virens*) Filetolarından Balık Sosis Üretimi Ve Soğuk Muhafazada Kimyasal Ve Mikrobiyal Kalite Kontrolü. XIV. *Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 4-7 Eylül. Mugla, Turkey.
- Dincer, T. (2008). Production of fish sausage using rainbow trout filets and determination the quality changes in cold storage conditions. Ege University Natural Science Ins. PhD. Thesis.
- Dincer, T. & Cakli, S. (2010). Textural and Sensory Properties of Fish Sausage from Rainbow Trout. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19:238-248. doi: [10.1080/10498850.2010.509539](https://doi.org/10.1080/10498850.2010.509539)
- Dincer, T. & Cakli, S. (2012). Turkish Patent Institute National Patent for Fish sausage Production. Patent No: TR 2009 02207B.
- FAO. (1986). FAO Food and Nutrition paper manuals of food quality control food analysis: quality, adulteration, and tests of identity. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- FDA. (1992). Method 196: Bacterial Analytical Manual. 7th ed. FDA, Arlington, VA.
- Fernández-Fernández, E., Vázquez-Odériz, M.L. & Romero-Rodríguez, M.A. (2002). Effects of manufacturing process variables on the physicochemical and sensory characteristics of Galician chorizo sausage. *Journal of Science Food and Agriculture*, 82:273–279. doi: [10.1002/jsfa.1023](https://doi.org/10.1002/jsfa.1023)
- Gimeno, O., Astiasaran, I., Bello J. (2001). Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57:23-29. doi: [10.1016/S0309-1740\(00\)00070-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00070-X)
- Gomez-Guillen, C. & Borderias, J. (1996). Effect of heating temperature and sodium chloride concentration on ultrastructure and texture of gels made from giant squid (*Dosidicus gigas*) with addition of starch, k-carrageenan and egg white. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung*. 202: 221–227. doi: [10.1007/BF01263544](https://doi.org/10.1007/BF01263544)
- Gray J.I, Gomaa E.A & Buckley D.J.(1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science* 43: 111-123. doi: [10.1016/S0309-1740\(96\)00059-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00059-9)
- Harrigan, W.F. & Mccance, M.E. (1976). Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. London: Academic Press Inc.
- Ho, K.G., Wilson, L.A., & Sebraneck, J.G. (1997). Dried soy tofu powder effects on frankfurters and pork sausage patties. *Journal of Food Science*, 62:434–437. doi: [10.1111/j.1365-2621.1997.tb04020.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04020.x)
- Hughes, E., Cofrades, S. & Troy, D. (1997). Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 45:273–281. doi: [10.1016/S0309-1740\(96\)00109-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(96)00109-X)
- ICMSF (1978). Microorganisms in Foods (Vol. 2). The International Commission on Microbiological Specifications for Foods Toronto, Canada.
- Jin, S.K., Kim, I. S., Jung, H. J., Kim, D. H., Choi, Y. J. & Hur, S. J. (2007). The Development of Sausage Including Meat from Spent Laying Hen Surimi. *Poultry Science*, Volume 86: 2676–2684. doi: [10.3382/ps.2006-00451](https://doi.org/10.3382/ps.2006-00451)
- Kasapis, S., Al-Oufi, H.S. & Al-Maamari, S. (2003). Minced fish products of improved eating quality. *Irish Patent*, S2003/0921.
- Kim, J.S. & Park, J.W. (2006). Mince from seafood by-products and surimi as ingredients. In Maximizing the Value of Marine By-Products. (Ed.) Shahidi, F. CRC Woodhead Press, Cambridge, England. Pp 196-228.
- Koizumi, C. & Nonaka, J. (1980). Color Development of Fish Sausage with Ferrihemochrome-forming nitrogenous Bases as possible Substitues for nitrite. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*, 46:373-380.
- Konno, K. (2005). New developments and trends in kababoko and related research in Japan. In: J.W. Park, (Ed), *Surimi and surimi seafood* (pp847-868), CRC Press, Taylor & Francis.
- Kris-Etherton, P.M., Krummel, D., Russell, M.E., Dreon, D., Mackey, S., Borchers, J., & Wood, P.O. (1988). The effect of diet on plasma lipids, lipoproteins and coronary heart disease, *Journal of the American Dietetic Association*, 88:1373–1400.
- Janier, T.C. (1986). Functional properties of surimi. *Food Technology*, 40:107–114 124.
- Lee, C.M. (1986). Surimi manufacturing and fabrication of surimi based products. *Food Technology* 40:115–124.
- Lee, C.M. & Toledo, R.T. (1979). Processing and ingredient influences on texture of comminuted fish muscle. *Journal of Food Science*, 44:1615-1618. doi: [10.1111/j.1365-2621.1979.tb09101.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb09101.x)
- Llull P., Simal, S., Benedito, J. & Rosselló C. (2002). Evaluation of textural properties of a meat-based product (sobrassada) using ultrasonic techniques. *Journal of Food Engineering*. 53:279-285. doi: [10.1016/S0260-8774\(01\)00166-2](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00166-2)

- Ludorff, W. & Meyer, V. (1973). *Fische und Fischerzeugnisse*. Verlag Paul Parey in Hamburg und Berlin. ISBN 3 489 71914 X.
- Mossel, D.A. & Moreno Garcia, B. (1985). Técnicas para el análisis microbiológico de los alimentos. In: Microbiología de los Alimentos. p. 214–272.
- Moreira, R.T., Lemos, A.L.D.S.C. & Cristianini, M. (2002). Effect of fat content and soy isolate protein on texture of fish emulsified type sausage. 3-7 Jun 2002 *Annual Meeting and Food Expo - Anaheim, California USA*.
- Murakawa, Y., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Tanaka, M. (2003). Inhibitory effect of oxidized lipid on thermal gelation of Alaska Pollack (*Theragra chalcogramma*) surimi. *Food Chemistry*, 82:455-463. doi: [10.1016/S0308-8146\(03\)00103-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00103-1)
- Murphy, S.A., Solomon, B.M., Meng, S.N., Copeland, J.M., Shaw, T.J., & Ferry, J.L. (2014). Geochemical production of reactive oxygen species from biogeochemically reduced Fe. *Environmental Science and Technology*. 48:3815–3821. doi: [10.1021/es4051764](https://doi.org/10.1021/es4051764)
- Nishimoto, S. I., Ohtani, B., Kajiwara, H. & Kagiya, T. (1985). Correlation of the crystal structure of titanium dioxide prepared from titanium tetra-2-propoxide with the photocatalytic activity for redox reactions in aqueous propan-2-ol and silver salt solutions. *Journal of the Chemical Society*, 81(1):61-68. doi: [10.1039/F19858100061](https://doi.org/10.1039/F19858100061)
- Nurul, H., Noryati, I. & Alistair, T.L.J. (2008). Physicochemical properties of Malaysian commercial beef frankfurter. 23rd Scientific Conference of the Nutrition Society of Malaysia, Crowne Plaza Mutiara Hotel, Kuala Lumpur, 27-28 March 2008.
- Orellana, L.E., Negron, E., Chaparro, M. & Kubaryk, J. (1999). Development and shelf life determination of a fresh fish sausage make with. 1999 IFT Annual Meeting, Chicago, USA - July 24-28.
- Park, W. & Morrissey, M.T. (2000). Manufacturing of surimi from light muscle fish. In: J.W. Park, (Ed), *Surimi and Surimi Seafood*, Marcel Dekker Inc., New York, pp. 23–58.
- Pietrasik, K. & Duda, Z. (2000). Effect of fat content and soy protein/carrageenan mix on the quality characteristics of comminuted, scalded sausages. *Meat Science*, 56(2):181–188. doi: [10.1016/S0309-1740\(00\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00038-3)
- Prabhu, G.A. & Sebranek, J.G. (1997). Quality characteristics of ham formulated with modified corn starch and kappa-carrageenan. *Journal of Food Science*, 62:198–202. doi: [10.1111/j.1365-2621.1997.tb04399.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04399.x)
- Ripoche, A., Le Guem, L., Martin, J.L., Taylor, R.G. & Vendeuvre, J. -L. (2001). Sausage structure analysis. *Journal of Food Science*, 66(5):670–674. doi: [10.1111/j.1365-2621.2001.tb04619.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb04619.x)
- Sanderson, G.R. (1990). Gellan gum. In: P. Harris, (Ed), *Food gels*, Elsevier, New York , pp. 201–232.
- Schormuller, J. (1968). *Handbuch der Lebensmittelchemie* (Band III/2). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Schubring, R. (2002). Texture measurement on gutted cod during storage in ice using a hand-held instrument. *Informationen für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung*, 49:25–27.
- Schubring, R. (2003). Colour measurement for the determination of the freshness of fish. In: J.B. Luten, J. Oehlenschläger and G. Olafsdottir, (Ed), *Quality of fish from catch to consumer: Labelling, monitoring and traceability*, (pp. 251–263). The Netherlands, Wageningen: Academic Publishers,
- Shand, P.J. (2000). Textural, water holding and sensory properties of low-fat pork bologna with normal or waxy starch hull-less barley. *Journal of Food Science*, 65:101–107. doi: [10.1111/j.1365-2621.2000.tb15963.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15963.x)
- Schormüller, J. (1969). *Handbuch der Lebensmittel Chemie*. Band IV. Fette und Lipide (LIPIDS), SpringerVerlag, New York, Heidelberg, Berlin: 872-878.
- Su, Y.K., Bowers J.A. & Zayas J.F. (2000). Physical characteristics and microstructure of reduced-fat frankfurters as affected by salt and emulsified fats stabilized with nonmeat proteins. *Journal of Food Science*, 65:123–128. doi: [10.1111/j.1365-2621.2000.tb15966.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15966.x)
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.S. & Dugan, L.Jr. (1960). A Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37:44-48.
- Terrell, R.N., Ming, C.G. Jacobs, J.A. Smith G.C. & Carpenter Z.L. (1981). Effect of chloride salts, acid phosphate and electrical stimulation on pH and moisture loss from beef clod muscles. *Journal of Animal Science*, 53:658.
- Toyoda, K., Kimura, I., Fujita, T., Noguchi, S.F. & Lee, C.M. (1992). Surimi manufacturing from whitefish. In T. C. Lanier, & C.M. Lee (Eds.), *Surimi Technology* (pp. 79–112). New York: Marcel Dekker.
- Troy, D.J., Desmond, E.M. & Buckley, D.J. (1999). Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *Journal of Food of Science and Agriculture*, 79:507–516. doi: [10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4<507::AID-JSFA209>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4<507::AID-JSFA209>3.0.CO;2-6)
- Trautwein, E.A. (2001). N-3 fatty acids—physiological and technical aspects for their use in food. *European Journal of Lipid Science Technology*, 103: 45–55. doi: [10.1002/1438-9312\(200101\)103:1<45::AID-EJLT45>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200101)103:1<45::AID-EJLT45>3.0.CO;2-9)
- Vyncke, W. (1996). Comparison of the official EC method for the determination of total volatile bases in fish with routine methods. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 47:110 -112.
- Xiong, Y.L., Noel, D.C. & Moody, W.G. (1999). Textural and sensory properties of low-fat beef sausages with added water and polysaccharides as affected by pH and salt. *Journal of Food Science*, 64(3):550–554. doi: [10.1111/j.1365-2621.1999.tb15083.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15083.x)
- Yu, S.Y. & Yeang, S.B. (1993). Effects of type of starch on the quality of fishballs, In Liang, O.B., Buchanan, A., & Fardiaz, D (Ed.). *Development of Food Science and Technology in Southeast Asia* (pp 325-332). Indonesia Bogor: IPB Press.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

High level of micro-plastic pollution in the Iskenderun Bay NE Levantine coast of Turkey

Türkiye'nin kuzeydoğu Levant kıyısındaki İskenderun Körfezi'nde yüksek düzeyde mikroplastik kirliliği

Sedat Gündoğdu 

Cukurova University, Faculty of Fisheries, Department of Basic Sciences, 01330, Adana, Turkey
sgundogdu@cu.edu.tr

Received date: 18.07.2017

Accepted date: 26.10.2017

How to cite this paper:

Gündoğdu, S. (2017). High level of micro-plastic pollution in the Iskenderun Bay NE Levantine coast of Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):401-408. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.06](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.06)

Abstract: Microplastic pollution is a global problem. The Mediterranean Sea, especially, has high pressure of pollution as it is enclosed by highly populated and industrialized countries. In this study, we have determined the level of microplastic pollution in the Iskenderun Bay, located in the Northeastern Levantine coast of Turkey. The average level of microplastic has been determined to be 1,067,120 particles/km² at fourteen stations. The highest level has been determined at the M4 station in the middle of the bay (with 1820 items; 2,888,889 particles/km²), and the lowest level has been found at the M11 station (62 items; 98,412 particles/km²). As a result of this study, it was determined that the microplastic pollution level in the Iskenderun Bay is higher than the other regions of the Mediterranean Sea.

Keywords: Microplastic, Marine litter, Levantine Sea, Iskenderun Bay

Öz: Mikroplastik kirliliği, küresel bir problem haline gelmiştir. Özellikle Akdeniz, çevresinde bulunan endüstrileşmiş ve yüksek nüfuslu yerleşimlerden kaynaklı, yoğun bir kirlilik baskısı altındadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin Kuzeydoğu Levant kıyısında bulunan İskenderun körfezindeki mikroplastik kirliliğinin düzeyi araştırılmıştır. 14 istasyonda yapılan çalışmada ortalama mikroplastik partikül miktarı, 1,067,120 partikül/km² olarak tespit edilmiştir. En yüksek mikroplastik miktarı körfezin orta noktasına denk gelen M4 nolu istasyonda tespit edilmiştir (1820 partikül; 2,888,889 partikül/km²). Sonuç olarak İskenderun körfezindeki mikroplastik kirliliği miktarı Akdeniz'in diğer bölgelerine göre oldukça fazla bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mikroplastik, Deniz çöpleri, Levant denizi, İskenderun Körfezi

INTRODUCTION

Because of their durability, light weight, and low cost, plastics have become an industrial product (Osborn & Stojkovic, 2014). However, the durability of plastic also results in its persistence in the marine environment (Bouwmeester et al., 2015). It is estimated that about 10% of the plastic produced in the world enters the ocean (Barnes et al., 2009). According to Jambeck et al. (2015), the quantity of plastic litter that reached our oceans in 2010 was approximately 8 million tons. For example, till 2025 the quantity of plastic is expected to enter the marines and oceans annually—double compared to the quantity that entered the ocean in 2010 (Jambeck et al., 2015). Although marine plastic litter can originate from fisheries or marine-related activities, the majority of marine plastic litter is thought to be generated from land-based activities (GESAMP 2001a, 2001b), accounting for about 80% of marine plastic litter (Andrady, 2011; Derraik, 2002; UNEP, 2005). 92% of the total amount of plastic in marine ecosystem is in the form of

microplastics (MPs) (Eriksen et al., 2014; Suaria et al., 2016; Thompson, 2016).

According to many researchers, the Mediterranean Sea consists of the highest amount of plastic litter in the world (Eriksen et al., 2014; Lebreton et al., 2012). Due to the industrial facilities surrounding it, the Levantine coast of Turkey, especially the Iskenderun Bay, is very significantly polluted. A significant portion of this pollution is plastic litter (Gündoğdu & Çevik, 2017; Güven et al., 2017). Gündoğdu and Çevik (2017) in their preliminary study stated that the average quantity of MPs particles in surface water samples of north part of the bay was 225,400 particles/km².

This study reveals the facts about pollution caused due to the MPs in entire Iskenderun Bay. The results obtained from this study provide a broad perspective on the situation of the Iskenderun Bay in terms of pollution caused by the MPs. In this

way, this study is different from the previous studies done by Gündoğdu and Çevik (2017) and Güven et al. (2017).

MATERIALS AND METHODS

Study Area

Sampling was performed in February 2017 in the Iskenderun Bay at fourteen stations (Figure 1). The stations were chosen by taking the whole picture of Bay. Sampling was performed in conditions where the wind speed was below force 2–4 miles/h and the wave sizes were under 10 cm. Through this, the effect of wind and waves was minimized.

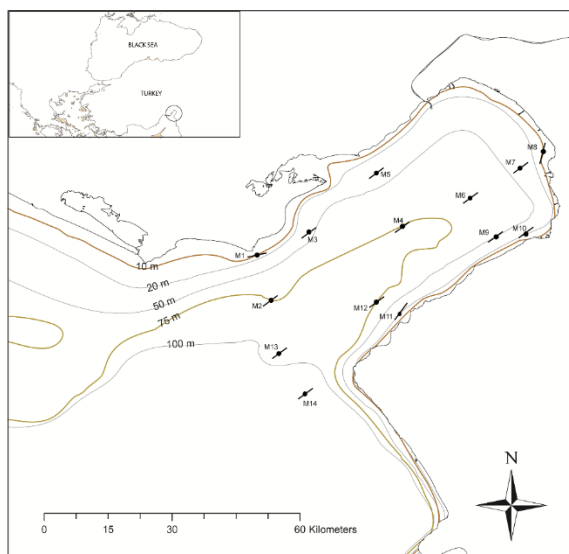


Figure 1. Study area and sampling stations

Survey Methods

Samples were collected using a “Manta Trawl” net attached to a frame sized 0.6 m × 0.25 m with a length of 260 cm and mesh size of 333 µm. To avoid affecting particle distribution, the net was towed at the side of the boat. During the tow, the speed of the boat was kept at 2 knots, and the tow took 20 minutes. The depth of filtering was set to filter through the water mass 15 cm below the surface.

Microplastic Separation

The separation of MPs was carried out as indicated by Masura et al. (2015).

i) Wet sieving

Samples were sieved through stainless steel sieves with 5 mm and 300 µm mesh size, and all the materials left above the sieve were transferred to a beaker using distilled water.

ii) Wet Peroxide Oxidation

20 ml 30% hydrogen peroxide and 20 ml of 0.05 M Fe(II) solution (prepared by adding 7.5 g of FeSO₄·7H₂O (= 278.02 g/mol) to 500 mL of water and 3 mL of concentrated sulfuric acid), were added to the sample. The mixture was placed on a hot plate set to 75°C and the reaction was allowed to continue until all organic material disappeared.

iii) Density separation

After the full dissolution of the organic matter was observed, 6g NaCl for each 20 ml was added and stirred in at 75°C. After this, the whole mixture was placed in a density separator and kept there overnight.

iv) Microscopic examination

After density separation was completed, the solution was sieved again and then examined under the microscope with regard to size, color, and shape.

MPs classification was performed under a SZX 16 microscope. A wide zoom range between 0.7x and 11.5x was used. The classification of MPs was done according to Doyle et al. (2011) and Hidalgo-Ruz et al. (2012). Microscopic examination was repeated three times to make sure all plastic particles were fully identified. To avoid contamination, the laboratory was cleaned with deionized water, and all the materials used were washed for 3 times with the same. All analytic process was done in a sterile fume hood, and the processes were finished as quickly as possible. During the study, covered materials and glass sample containers were used.

The quantity of MPs was given as particles per km². A one-way ANOVA test was used to determine whether there is a difference in (ln(x+1)-transformed for homogenization of variances) plastic particle numbers between the stations, shapes, types, and size classes. All analyses were performed at significance level 0.05 using the SPSS v22 software.

RESULTS

In this study, MPs sampling was performed at fourteen stations. In fourteen stations, a line with a total length of 8.64 km was traced, and a surface area of 9.5 km² was swept. Average quantity of MPs was determined as 1,067,120 items/km² (Total N = 9412). Size range of plastic particles was determined to be 55 µm – 4.9 mm (Table 1; Figure 2). Most frequent size group of MPs was 0.1-0.3 mm (n = 2729, 29%)

Table 1. Number of MPs according to stations, shape, types, and size classes

		Stations*														
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	Total
Type**	Fibril	463	261	138	341	123	59	53	21	80	24	82	85	90	102	1922
	Film	557	318	20	132	36	133	70	5	378	4	20	86	52	50	1861
	Foam		1				32									33
	Fragment	511	611	195	1249	199	719	126	36	609	110	190	488	244	210	5497
	Pellet	1			98											99
Size*	<01 mm	200	606	68	560	96	64		6	25	61	79	204	48	28	2045
	01-03 mm	461	414	143	736	107	124	62	27	38	41	64	272	114	126	2729
	03-05 mm	72	65	54	279	52	58	81	18	158	21	34	80	69	86	1127
	05-1 mm	248	37	56	156	56	170	64	10	575	2	70	88	79	82	1693
	1-5 mm	551	69	32	89	47	527	42	1	271	13	45	15	76	40	1818
Shape**	Elongated	463	261	138	319	123	59	53	21	82	24	82	85	90	102	1902
	Flat	560	324	60	417	67	248	135	19	523	16	68	217	92	70	2816
	Irregular	505	489	155	983	168	604	61	22	462	98	142	355	204	190	4438
	Spheruloids	4	117		101		32						2			256
Color*	Black	178	117	75	242	45	18	4	13	55	36	62	72	53	23	993
	Blue	87	48	98	252	71	93	8	3	48	24	29	129	21	42	953
	Brown	12			5		4				5	5	2	9		42
	Cream	19						1						1		21
	Gray	76	11		40	6	40	11	5	35	23	12	6	31	12	308
	Green	22	44	2	56	2	25	3	1	25	1	2	1	6	5	195
	Orange	16		1		1	16			14		9		8		65
	Pink						5			6					1	12
	Purple		1					1		9				2		13
	Red	12	22	3	14	15	15	1		10		9		5	8	114
	Transparent	882	882	136	903	168	562	156	28	652	34	89	252	183	237	5164
	White	177	66	38	307	50	155	64	11	197	15	74	197	66	32	1449
	Yellow	51			1		10		1	16		1		1	2	83

*Number of MPs were found statistically significantly different ($p < 0.05$; one-way ANOVA)** Number of MPs were not found statistically significantly different ($p > 0.05$; one-way ANOVA)

It was determined that MPs were of 5 different types and 13 different colors (Table 1; Figure 2; Figure 3; Figure 4).

Most frequent type of MPs were plastic fragments ($n = 5497$; 64.6%), and the most dominant color was transparent ($n = 5164$; 54.9%). It was determined that the number of MPs types were not statistically and significantly different (one-way ANOVA, $p > 0.05$; Table 1).

With regard to shape, MPs had 4 different shapes (elongated, flat, irregular, and spheroids), and the most frequent shape was irregular ($n = 4438$, 47.2%; Figure 2; Figure 3; Figure 4; Table 1). MPs shapes were found to be statistically significantly different in terms of number (one-way ANOVA, $p < 0.05$; Table 1).

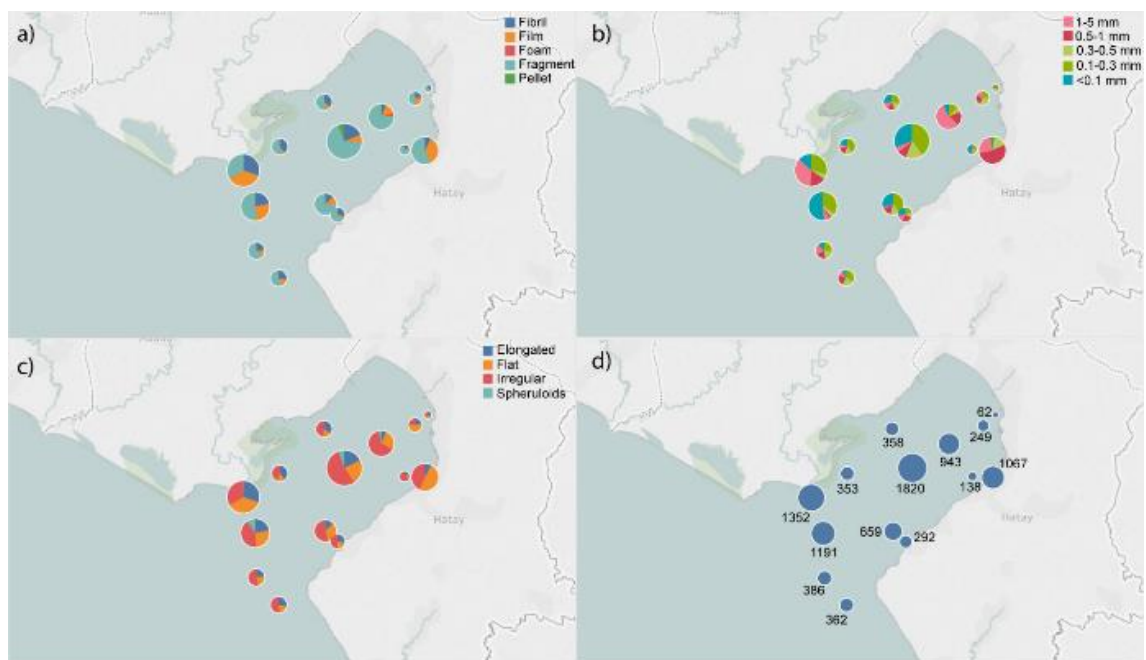


Figure 2. MPs (a) type, (b) size, (c) shape, and (d) concentration of 14 stations in İskenderun Bay

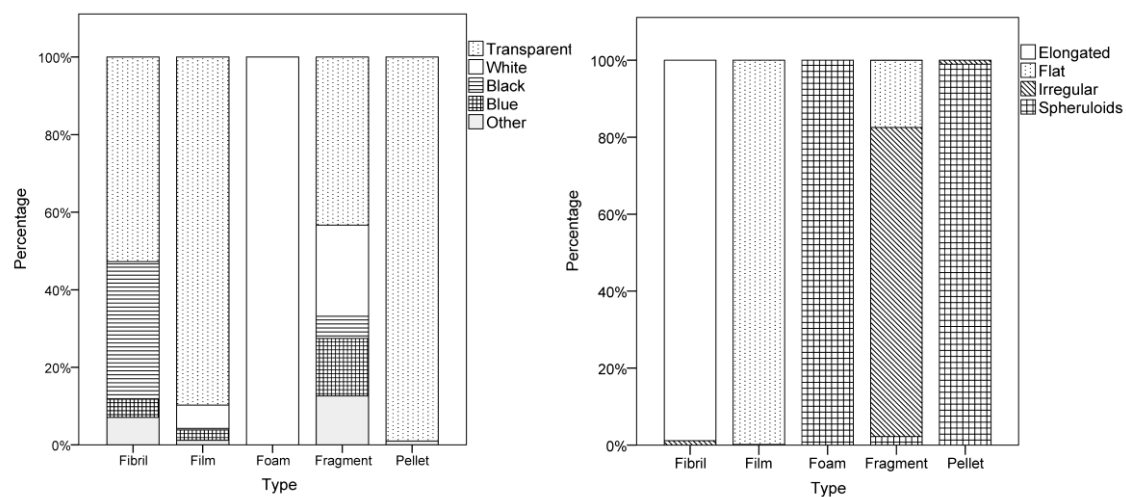


Figure 3. Types, colors, and shapes of the MPs from İskenderun Bay

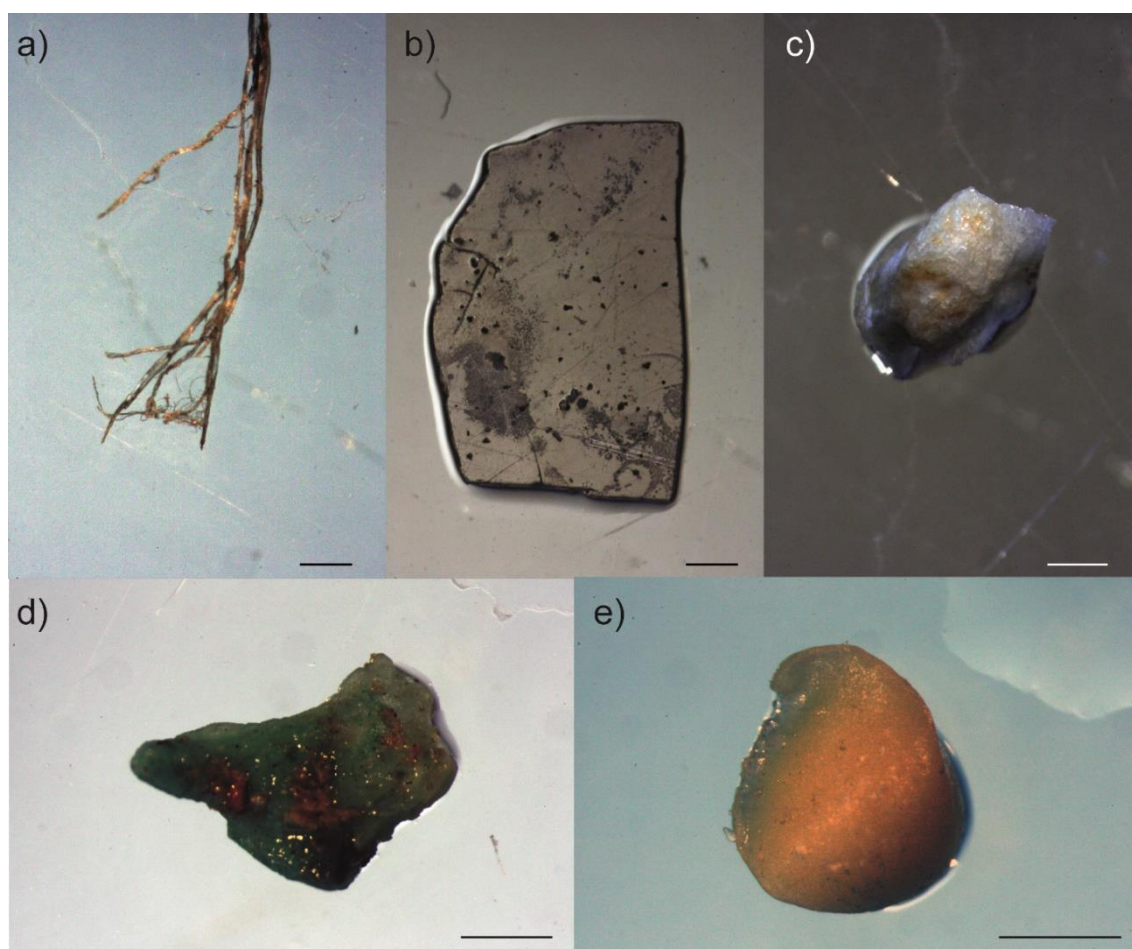


Figure 4. Plastics with different shapes (a) fibril/elongated, (b) film/flat, (c) foam/spherical, (d) fragment/irregular, (e) pellet/spherical

DISCUSSION

In this study, the presence of MPs was established. MPs are highly abundant in the Iskenderun Bay. The highest number of MPs was found at the M4 station (Table 1, Figure 2). The amount of plastic at this station was almost two to three times higher when compared to that of the other stations except for stations M1, M2, and M9. This difference is statistically significant (one-way ANOVA, $p < 0.05$). Doyle et al. (2011) and Desforges et al. (2014) stated that the number of MPs increases in the presence of the currents. From this point of view, it is thought that M4's location, in the middle of the currents of the bay, can be the reason behind high levels of MPs because of the current cyclone (Doyle et al., 2011). The second station with high concentration of MPs is the M1 station. According to de Lucia et al. (2014), there is a direct relationship between human activities (e.g. urbanization) and the concentration of the MPs. It can be said that M1's location being close to the mouth of the Ceyhan River may cause the MPs level be higher here. Ceyhan River passes through the most significant source of irrigation for the Çukurova agricultural

area. While considering the state of the bay, it is thought that the reason for this station to have a statistically and significantly higher MPs content is due to the presence of the Ceyhan River.

Compared to other studies conducted in the Mediterranean Sea, the average amount of MPs found in this study (1,067,120 particles/km²) is similar to the results found by van der Hal et al. (2017) in the Israeli Mediterranean coastal waters. (Table 2). However, the values found in this study are higher than those of other studies conducted at the Mediterranean Sea (Collignon et al., 2014; Cozar et al., 2015; Gündoğdu & Çevik, 2017; Güven et al., 2017; Kornilios et al., 1998; Ruiz-Oregon et al., 2016). The most important reason behind these differences is thought to be the effect of the Ceyhan River flowing to the bay, the season in which the sampling is conducted, and the seasonal dependent hydrographic conditions at the time of sampling. It is a widely known fact that marine currents vary seasonally. The main sources of this variability are the seasonal winds and the central Mediterranean current from the southern coast of the eastern Mediterranean. According to Uysal et al. (2008) in the Eastern Mediterranean, where the

Gulf of Iskenderun is also in the period that included the time of the sampling, the main currents continue counterclockwise, parallel to the shore. Following the Lebanese and Syrian borders, the northward currents follow the Turkish coast westwards.

The main stream flows into the İskenderun Gulf, while the others continue without entering the bay (Özsoy & Sözer, 2006). Therefore, it is thought that these plastics can be transported by seasonal discharge to the bay, and the amounts and distributions in the bay can be derived from the current.

Table 2. A comparison of the results found in this study and other studies regarding the MPs pollution in the Mediterranean Sea

Location	Sampling Time	Mean MPs (item/m ²)	References
Mediterranean, Surface (Cretan Sea)	July 1997	0.119	Kornilios et al.(1998)
NW Mediterranean	July-August 2010	0.116	Collignon et al.(2012)
Mediterranean (Ligurian/Sardinian Sea)	June-July 2011	0.310	Fossi et al.(2012)
Mediterranean (Bay of Calvi)	August 2011- August 2012	0.062	Collignon et al.(2014)
Mediterranean, Surface	May 2013	0.250	Cozar et al.(2015)
Mediterranean, Surface (Central and Western Part)	May-July 2011 – April June 2013	0.147	Ruiz-Orejon et al. (2016)
Mediterranean, Surface (Central/Western Part)	May-June 2013	0.400	Suaria et al.(2016)
Mediterranean (NE Levantine)	October – November 2016	0.376	Gündoğdu and Çevik(2017)
Mediterranean (NE Levantine)	July-August 2015	0.163-0.520	Güven et al.(2017)
Israeli Mediterranean coasts	Summer 2013 and Spring 2015	1.518	van der Hal et al.(2017)
Mediterranean (NE Levantine)	February 2017	1.067	This study (2017)

The percent of MPs types were, in general, found to be similar to other studies (Cozar et al., 2015; Faure et al., 2015; Gündoğdu and Çevik 2017; Moore et al., 2001; Moret-Ferguson et al., 2010; Ruiz-Orejon et al., 2016)

The most frequent type of MPs in this and those other studies is plastic fragments. According to Hidalgo-Ruz et al. (2012), as plastic fragments can be part of any plastic product, it is expected that the plastic fragments are high in both this study and other studies.

Table 3. The comparison of the percentage of different MPs types in the total sample

Location	Average concentrations (%)					Source
	Fragments	Pellets/ Granules	Filaments/ Fibrils	Films	Foams	
N. Pacific	59%	0%	11%	29%	1%	Moore et al. (2001)
N. Atlantic 30°N	91%	5%	2%	1%	1%	Moret-Ferguson et al. (2010)
Mediterranean	87%	1.8%	2.3%	5.9%	2.3%	Cozar et al. (2015)
W Mediterranean	77%	1%	2%	15%	5%	Faure et al.(2015)
W Mediterranean	87.2%	-	1.7%	3.9%	5.5%	Ruiz-Orejon et al. (2016)
NE Mediterranean	60%	0.2%	7%	30%	3%	Gündoğdu and Çevik(2017)
NE Mediterranean	64%	0.3%	21.6%	13%	0.5%	This Study

Results of our study show that the size of MPs is mostly in the 0.1-0.3 mm range (Table 1; Figure 2b). The number of MPs particles, defined as particles with 0.1-0.3 mm size, is determined to be 2729 particles (29%).

This presence is similar to the ratio reported by Hidalgo-Ruz et al.(2012). Hidalgo-Ruz et al.(2012) stated that most MPs were found in the size classes 0.5 to 1 mm.

MPs show a great variety with regard to color as well as shape. Among the 68 studies reviewed by Hidalgo-Ruz et al. (2012), the most dominant colors were white (or colors related to white) and transparent and the most dominant type of MPs were fragments. The findings regarding MPs shapes and color in this study support this (Table 1; Figure 2; Figure 3).

Plastic pollution is quite a new phenomenon. Although it is a new phenomenon, all aquatic ecosystems are at a concerning level (Thompson, 2016). The results of this study show that

pollution caused by MPs is at a concerning level for the Iskenderun Bay.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was funded by the Scientific Research Project Unit of Cukurova University under grant number FBA-2016-7043.

REFERENCES

- Andrady, A.L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596–1605. doi: [10.1016/j.marpolbul.2011.05.030](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030)
- Barnes, D.K., Galgani, F., Thompson, R.C. & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B*, 364(1526), 1985–1998. doi: [10.1098/rstb.2008.0205](https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205)
- Bouwmeester, H., Hollman, P.C. & Peters, R.J. (2015). Potential health impact of environmentally released micro- and nanoplastics in the human food production chain: experiences from nanotoxicology. *Environmental Science and Technology*, 49, 8932–8947. doi: [10.1021/acs.est.5b01090](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01090)
- Collignon, A., Hecq, J.H., Galgani, F., Collard, F. & Goffart, A. (2014). Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi (Mediterranean-Corsica). *Marine Pollution Bulletin*, 79(1-2), 293–298. doi: [10.1016/j.marpolbul.2013.11.023](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.023)
- Collignon, A., Hecq, J.H., Galgani, F., Voisin, P., Collard, F. & Goffart, A. (2012). Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 64(4), 861–864. doi: [10.1016/j.marpolbul.2012.01.011](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.01.011)
- Cozar, A., Sanz-Martin, M., Marti, E., Gonzalez-Gordillo, J.I., Ubeda, B., Galvez, J.A. & Duarte, C.M. (2015). Plastic accumulation in the Mediterranean Sea. *PLoS One*, 10(4), e0121762. doi: [10.1371/journal.pone.0121762](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121762)
- de Lucia, G.A., Caliani, I., Marra, S., Camedda, A., Coppa, S., Alcaro, L. & Matiddi, M. (2014). Amount and distribution of neustonic micro-plastic off the western Sardinian coast (Central-Western Mediterranean Sea). *Marine Environmental Research*, 100, 10–16. doi: [10.1016/j.marenvres.2014.03.017](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.03.017)
- Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852. doi: [10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Desforges, J.-P.W., Galbraith, M., Dangerfield, N. & Ross, P.S. (2014). Widespread distribution of microplastics in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 79(1), 94–99. doi: [10.1016/j.marpolbul.2013.12.035](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.035)
- Doyle, M.J., Watson, W., Bowlin, N.M. & Sheavly, S.B. (2011). Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific Ocean. *Marine Environmental Research*, 71(1), 41–52. doi: [10.1016/j.marenvres.2010.10.001](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.10.001)
- Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C. & Reisser, J. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One*, 9(12), e111913. doi: [10.1371/journal.pone.0111913](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913)
- Faure, F., Saini, C., Potter, G., Galgani, F., de Alencastro, L.F. & Hagmann, P. (2015). An evaluation of surface micro- and mesoplastic pollution in pelagic ecosystems of the Western Mediterranean Sea. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(16), 12190–12197. doi: [10.1007/s11356-015-4453-3](https://doi.org/10.1007/s11356-015-4453-3)
- Fossi, M.C., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L. & Minutoli, R. (2012). Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin*, 64(11), 2374–2379. doi: [10.1016/j.marpolbul.2012.08.013](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.08.013)
- GESAMP (2001a). A sea of troubles. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) and Advisory Committee on Protection of the Sea. Rep. Stud. GESAMP No. 70, 35 pp.
- GESAMP (2001b). Protecting the oceans from land-based activities - Land-based sources and activities affecting the quality and uses of the marine, coastal and associated freshwater environment. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) and Advisory Committee on Protection of the Sea. Rep. Stud. GESAMP No. 71, 162 pp.
- Gündoğdu, S. & Çevik, C. (2017). Micro- and mesoplastics in Northeast Levantine coast of Turkey: The preliminary results from surface samples. *Marine Pollution Bulletin*, 118, 341–347. doi: [10.1016/j.marpolbul.2017.03.002](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.002)
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B. & Kideys, A.E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, 223, 286–294. doi: [10.1016/j.envpol.2017.01.025](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025)
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R.C. & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060–3075. doi: [10.1021/es2031505](https://doi.org/10.1021/es2031505)
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A. & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. doi: [10.1126/science.1260352](https://doi.org/10.1126/science.1260352)
- Koriliou, S., Drakopoulos, P.G. & Dounas, C. (1998). Pelagic tar, dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons and plastic distribution in the Cretan sea, Greece. *Marine Pollution Bulletin*, 36(12), 989–993. doi: [10.1016/S0025-326X\(98\)00102-7](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(98)00102-7)
- Lebreton, L.C.M., Greer, S.D. & Borrero, J.C. (2012). Numerical modelling of floating debris in the world's oceans. *Marine Pollution Bulletin*, 64(3), 653–661. doi: [10.1016/j.marpolbul.2011.10.027](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.10.027)
- Masura, J., Baker, J., Foster, G. & Arthur, C. (2015). *Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. Silver Spring, Maryland, USA: NOAA Technical Memorandum.
- Moore, C.J., Moore, S.L., Leecaster, M.K. & Weisberg, S.B. (2001). A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 42(12), 1297–1300. doi: [10.1016/S0025-326X\(01\)00114-X](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00114-X)
- Moret-Ferguson, S., Law, K.L., Proskurowski, G., Murphy, E.K., Peacock, E.E. & Reddy, C.M. (2010). The size, mass, and composition of plastic

- debris in the western North Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 60(10), 1873-1878. doi: [10.1016/j.marpolbul.2010.07.020](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.07.020)
- Osborn, A.M. & Stojkovic, S. (2014). Marine microbes in the Plastic Age. *Microbiology Australia*, 35(4), 207-210.
- Özsoy, E. & Sözer, A. (2006). Forecasting circulation in the Cilician Basin of the Levantine Sea. *Ocean Science Discussions*, 3(5), 1481-1514.
- Ruiz-Orejon, L.F., Sarda, R. & Ramis-Pujol, J. (2016). Floating plastic debris in the Central and Western Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 120, 136-144. doi: [10.1016/j.marenvres.2016.08.001](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.08.001)
- Suaria, G., Avio, C.G., Mineo, A., Lattin, G.L., Magaldi, M.G., Belmonte, G. & Aliani, S. (2016). The Mediterranean Plastic Soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. *Scientific Reports*, 6, 37551. doi: [10.1038/srep37551](https://doi.org/10.1038/srep37551)
- Thompson, R.C. (2016). Sources, Distribution, and Fate of Microscopic Plastics in Marine Environments. In H. Takada & H. K. Karapanagioti (Eds.), *Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment*. Switzerland: Springer International Publishing. doi: [10.1007/978-94-007-698-2_10](https://doi.org/10.1007/978-94-007-698-2_10)
- UNEP. (2005). Marine Litter: An Analytical Overview. Nairobi: United Nations EnvironmentProgram.
- Uysal, Z., Latif, M.A., Özsoy, E., Tuğrul, S., Kubilay, N., Beşiktepe, Ş.T. & Beşiktepe, Ş. (2008). Kilikya Baseni Kıyısı Ekosisteminde Dolaşım, Taşınım ve Ötrofikasyon Araştırmaları. *Final Report 104Y277*. Ankara: TÜBİTAK (in Turkish).
- van der Hal, N., Ariel, A. & Angel, D. L. (2017). Exceptionally high abundances of microplastics in the oligotrophic Israeli Mediterranean coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*. doi: [10.1016/j.marpolbul.2016.12.052](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.052)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Gökkuşığı Alabalığı iç organları ve Van Balığı ile hazırlanan balık yemlerinin Gökkuşığı Alabalıklarının büyüme performansı üzerine etkisi

Effect of fish feed prepared with trout organs and Van Fish on the growth performance of Rainbow Trout

Aslı Çilingir Yeltekin^{1*}  • Ahmet F. Yeltekin²

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Van, Türkiye

² T.C. Gıda, Tarım Hayvancılık Bakanlığı Van Gıda Kontrol Laboratuvarı, Van, Türkiye

* Corresponding author: aslilyeltekin@gmail.com

Received date: 25.07.2017

Accepted date: 12.10.2017

How to cite this paper:

Çilingir Yeltekin, A. & Yeltekin, A.F. (2017). Effect of fish feed prepared with trout organs and Van Fish on the growth performance of Rainbow Trout. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):409-414. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.07](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.07)

Öz: Bu çalışmada ekonomik değeri az olan Gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) iç organları ve Van balığının (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814) daha verimli bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Balık yetiştiriciliğinde masrafı yüksek olan balık yemi maliyeti düşürülerek, balığa sindirilebilirliği kolay, doğal yeme yakın değerde bir yem verilmiştir. Yarı yaş yem yapım metodu ile daha kolay bir yolla atıklar işlenmiş, ürünün depolama imkânı oluşturulmuştur. Oluşturulan yemlerin kimyasal analizleri yapılarak yemlerin protein, yağ, kül, maya, küf, Mezofilik aerobik bakteri değerleri karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen canlı ağırlık artışı ve ekonomik analiz sonuçları; Van balığı ve Alabalık iç organı ile yapılan yarı yaş yemlerin gökkuşığı Alabalıklarının beslenmesinde kullanılabileceğini ve yem giderlerinde bir azalma yapacağını göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Balık yemi, gökkuşığı Alabalığı, Van Balığı, balık yan ürün

Abstract: In this study, it was aimed to evaluate more efficiently Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) internal organs not consumed by humans and Van fish (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814), which have low economic value. Easy digestible feed for Rainbow trout were prepared that is low cost and similar to natural food. The wastes were processed in an easy way with the semi-wet feed construction method and the product was stored. The chemical analyzes of the prepared feeds were made. Protein, fat, ash, yeast, mold and Mesophilic Aerobic Bacteria values of the feeds were compared. Results of live weight gain and economic analysis obtained from the study; It has been shown that semi-aged feeds made with Van fish and trout internals can be used in feeding Rainbow trout and will reduce feed costs.

Keywords: Fish feed, rainbow trout, Van fish, by-product

GİRİŞ

Yeni kaynakların geliştirilmesi ve mevcut kaynakların en iyi şekilde değerlendirilmesi artık her alanda öncelikli konular arasında yer almaktadır. Su ürünleri işleme, sanayi atıklarının değerlendirilmesi ve elde edilen ürünün depolama masraflarının azaltılması önemli ekonomik kazançlar sağladığı gibi çevrenin korunmasına da katkı sağlamaktadır.

Su ürünleri işleme fabrika atıkları büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Atıklar çoğunlukla kabuk, iç organlar, deri, kılçık ve küçük miktarda et parçalarından oluşmaktadır (Jaswal, 1989). İşleme fabrikaları atıkları değerlendirilmeden denize döküldüğünde kirliliğe sebep olarak çevre sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu atıkların değerlendirilmesi hem su ürünleri endüstrisi açısından hem de halk sağlığı açısından oldukça önemlidir. Kop ve Korkut 2010, yaptıkları çalışmada alabalıkların beslenmesinde kontrol grubu (normal ticari yem)

ile işleme atıklarından elde edilen balık ununu kullanarak oluşturulan yemleri karşılaştırmışlardır. İki yem arasında önemli bir gelişim farkının olmadığı belirtilmiştir. Ton balığının %40-50'si, somon balıklarının %30-35'i istiridyelerin %75-80'i, yengeçlerin %70-75'i, karideslerin %50-55'i atık maddelerden oluşmaktadır (Hermes, 1998).

Yetiştiricilikte en yüksek gideri yem masrafı oluşturmaktadır. Başta balık unu, balık yağı olmak üzere yem yapımında kullanılan önemli hammaddelerin fiyatları gittikçe artmaktadır. Bu nedenle balık yetiştiriciliğinde kullanılacak değişik yem maddeleri araştırılmaktadır. Bunun yanı sıra düşük maliyetli hazırlanan yemlerin optimum canlı ağırlık artışı sağlanması gerekmektedir (Bharadwaj vd., 2002; Li vd., 2002; Cheng ve Hardy, 2002). Bu amaçla pek çok araştırma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir.

Bu çalışmada, protein bakımından zengin bir yem olası için Alabalık iç organları ve Van balığının tamamı kullanılarak hazırlanan yarı yaş yemler ile beslenen Alabalıkların gelişme performansı, pelet yemlerle beslenen alabalıklar ile kıyaslanmıştır. Ayrıca kullanılan her üç yemin maliyeti de karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Balık

Çalışma Van'ın Gürpınar ilçesinde bulunan özel bir Alabalık çiftliğinde yapılmıştır. Bu çiftlikte bulunan 10x3x1 m ebatlarında 3 adet beton havuz kullanılmıştır. Tesiste kullanılan kaynak suyunun ortalama su sıcaklığı 12 °C (en yüksek 16 °C en düşük 8 °C), suda çözünmüş oksijen miktarı 9.5 mg/L ve suyun ortalama pH'sı 7.4 olarak tespit edilmiştir (Portatif oksijen metre YSI). Van balığı, avlanma mevsiminde yerel marketten temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan balıklara herhangi bir zarar verilmediği için etik kurul raporuna T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nca gerek görülmemiştir.

Çalışmada her bir grupta 100 adet balık olacak şekilde toplam 300 adet balık üç gruba ayrılmıştır. Balıklar günlük olarak yem alımı kesilinceye kadar (ad-libitum) yemlenmiştir. Yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları her bir grup için ayrı ayrı tüketilen yem miktarları üzerinden hesaplanmıştır. Gökkuşuğu Alabalıkları porsiyon ağırlığına ulaşmaya kadar (90 gün) çalışmaya devam edilmiştir. Çalışmanın başında, ortasında (45. gün) ve sonunda (90 gün) üç gruptaki her bir balık elektronik terazide tartılarak, bunların ortalama ağırlıkları tespit edilmiştir (Anderson ve Gutreuter, 1989).

Balık beslemede gelişimin izlenmesini sağlayan çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Korkut vd. 2007). Çalışma sonunda elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Riche vd., 2004)

$$SBO = \frac{[\ln \text{ Son canlı ağırlık (g)} - \ln \text{ İlk canlı ağırlık (g)}]}{\text{Gün sayısı}} \times 100$$

$$\text{Yem Dönüşüm Oranı} = \frac{\text{Tüketilen toplam yem}}{\text{Toplam canlı ağırlık artışı}}$$

Gruplar ve yem hazırlığı

Bu çalışmada yaklaşık 100 g ağırlığında olan 300 adet canlı Gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Gökkuşuğu alabalığı artıkları, Van balığı (*Alburnus tarichi*, Güldenstädt 1814), soya unu ve buğday kepeği kullanılmıştır.

Çalışmada; 1.gruba: Alabalık pelet yemi, 2. gruba: %50 kıyılmış alabalık iç organı + %30 Soya Fasulyesi Unu (SFU) + %20 Buğday Kepeği (BK) içeren yem, 3. gruba: %50 kıyılmış Van balığı + %30 SFU + %20 BK içeren yem olmak üzere 3 farklı yem kullanılmıştır (Tablo 1). Yemlerde kullanılan alabalık iç organı, çalışmanın yapılacağı tesisten, Van balığı, avlanma mevsiminde yerel marketten temin edilip dondurularak

saklanmıştır. Pelet yem, üretici bir firmadan, soya fasulyesi ve buğday kepeği de piyasadan temin edilmiştir.

Serum glikoz ve protein tayininde, Kolorimetrik (Spektrofotometre benzeri) yöntemden yararlanılmıştır (Fujimaki ve Isoda, 1990). Diğer yandan balıklardan heparinsiz olarak doğrudan alınan kan örneklerinden yapılan kan yaymaları, My Grünwald-Giemsa karışık boyama tekniğine uygun olarak boyanmıştır (Kocabatmaz ve Ekingen, 1984; Konuk, 1981). Boyalı yaymalar ışık mikroskobu (Olympus CH-20) ile x100'lük objektifte incelenmiştir. Her bir yayma için 100 lökosit sınıflandırılmış ve lökosit hücre formülleri (lenfosit, monosit, nötrofil, eozinofil) yüzde olarak ifade edilmiştir (Fujimaki ve Isoda, 1990).

Tablo 1. Yem türüne göre oluşturulan gruplar
Table 1. Groups formed according to feed type

Grup 1	Grup 2	Grup 3
Alabalık pelet yemi	%50 kıyılmış alabalık iç organı + %30SFU + %20 BK	%50 kıyılmış Van balığı + %30 SFU + %20 BK

Kıyılmış Alabalık iç organı ve kıyılmış Van balığı ayrı ayrı 65-67 °C'de 30 dakika çift cidarlı kazanda içme suyu kalitesinde su verilerek pastörize edilmiştir. %50 kıyılmış Alabalık iç organı + %30 Soya Fasulyesi Unu (SFU) + %20 Buğday Kepeği (BK) belirtilen oranlarda karıştırılmıştır. Karışım pelet makinesinden geçirilerek kurutma dolabında % 9-10 nem içeriği oluşana kadar kurutulmuştur. Aynı işlem Van balığından hazırlanan yem için de tekrar edilmiştir. Elde edilen yemler kuru, ışık görmeyen, havalandırması uygun bir yerde muhafaza edilmiştir (Tablo 2).

Çalışmada kullanılan yemlerin ekonomik analizleri için Kasım 2013 ürün fiyatlarından yararlanılmıştır. Maliyet hesaplamaları tesis, işçilik, yakıt gibi giderler dahil edilmeden; balık alışı fiyatı, yem masrafı ve balık satış fiyatı göz önüne alınarak yapılmıştır. Çalışmada kullanılan alabalık pelet yemin kg fiyatı 3.89 TL, soya fasulyesi ununun kg fiyatı 8.74 TL, buğday kepeğinin kg fiyatı 0.43 TL ve Van balığının kg fiyatı 3.88 TL üzerinden hesaplanmıştır. Alabalık iç organı ücretsiz temin edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ile 2017 fiyatları kullanılarak hesaplanan ekonomik analiz değerleri kıyaslanmıştır.

Bu fiyatlar üzerinden her bir grup için maliyet aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\text{Yem Gideri} = (\text{TTYM}) \times (\text{YM})$$

Denemede kullanılan alabalık, Van balığı içeren yemler için;

$$\text{Yem Maliyeti: } [(TTYM \times 0.5 \times \text{İO-VBF}) + (TTYM \times 0.3 \times \text{SUF}) + (TTYM \times 0.2 \times \text{BKF})]$$

Tüketilen Top. Yem Mik. (kg): TTYM, Yem Maliyeti (TL): YM, Soya Ununun kg Fiyatı (TL): SUF, İç Organ veya Van Balığı kg Fiyatı (TL): İO-VBF, Buğday Kep.kg Fiyatı (TL): BKF şeklinde hesaplanmıştır.

Kimyasal analizler

Hazırlanan yemlerin protein tayini, Kjendahl metodu kullanılarak yapılmıştır. Yağ tayini için Soxhlet cihazı kullanılmıştır. Kül tayini, hazırlanan yemlerin 550 °C' de kül fırınında küllendirilip kalıntının tartımı yapılarak tespit edilmiştir. Mezofilik aerobik bakteri tespiti için TSE'nin TS 7703 EN ISO 4833 nolu kitapçığında yer alan metot kullanılmıştır. Yine maya ve küf gelişimini tespit etmek için TSE'nin TS ISO 21 527-1 kitapçığında yer alan metotlar kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Su ürünlerinin işlenmesi, sanayi atıklarının değerlendirilmesi ve ürünün depolama masraflarının azaltılması önemli ekonomik kazançların yanı sıra çevre korumasına da katkı sağlamaktadır. Yapmış olduğumuz bu çalışmada Alabalık yetiştiriciliği için, Alabalık iç organları, atıkları ve Van balığı (*Alburnus tarichi*, Guldénstätt 1814) kullanılarak yarı yaş yem üretildi, yem maliyetleri belirlendi ve bu yemlerin balık gelişimine katkıları araştırılarak aşağıdaki bulgular elde edildi.

Hazırlanan yemlerin kimyasal analizlerine göre; Van balığı ile yapılan yemin protein ve yağ oranlarının Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) iç organları ile yapılan yemden daha yüksek olduğu tespit edildi (Tablo 2). Güllü ve Güzel (2003) Van balığında (*Alburnus tarichi*, Guldénstätt 1814) silajdan pelet yem yapımı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, balık silajından hazırlanan pelet yemin maliyeti, balık unundan hazırlanan ticari pelet yemlerin maliyetinden daha düşük bulunmuştur. Sunduğumuz çalışmada yağ oranı bu çalışmadaki değerlerden daha yüksek iken protein ve kül oranı daha düşük bulunmuştur (Tablo 2).

Balıkthane artıkları balıkçılık mevsimlerinde ucuza veya ücretsiz olarak temin edilebilmekte ve Alabalıklara verilebilmektedir. Bu tür yemler yetiştiricilik maliyetlerinde oldukça önemli düzeyde indirim yol açmaktadır (Harlıoğlu, 2011). Türkiye'de üretilen su ürünlerinin miktarı türlere göre incelendiğinde öncelikle Alabalık, Hamsi, Sardalya, İstavrit ve Palamut şeklinde sıralanmaktadır (Tuik, 2013). Ayrıca iç organların vücut ağırlığına oranı bakımından Palamut balığı (*Sarda sarda*) yüzde 6.71 (Erkoyuncu vd., 1994), iken Gökkuşluğu Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) yüzde 12.24'tür (Ustaoglu ve Bircan, 1998). Yapılan araştırmalara göre, çiftliklerde yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığının 5002 ton kadar iç organının atık haline geldiği söylenebilir (Türker ve

Büyükhatipoğlu, 2006). Gökkuşluğu Alabalığına sığır içkembesinin bir bölümünden hazırlanan yemlerle 240 gün süren bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonunda en yüksek canlı ağırlık artışı sadece pelet yem verilen grupta, en düşük canlı ağırlık artışı ise ¼ oranında sığır içkembesi içeren yemle beslenen grupta elde edilmiştir. (Dinçer ve Aras, 1990). Sığır dalağının Gökkuşluğu Alabalığında büyüme hızı ve yaşama oranına etkisinin incelendiği 182 günlük bir çalışmada yem dönüşüm oranı ortalama 2.63 olarak tespit edilmiştir (Aras ve Aras, 1992). Norveç'te Kalamar (*Todarodes sagittarus*) (Asgard, 1987) ve Köpek Balığı (*Squalus acanthias*) iç organlarının (Asgard ve Austreng, 1985) salmon ve Gökkuşluğu Alabalığı için bir yem kaynağı olarak çeşitli şekillerde kullanılabileceği, ayrıca Mavi Midye (*Mytilus edulis*)'nin de Gökkuşluğu Alabalığına diğer yem maddeleri ile birlikte verilebileceği bildirilmiştir (Berge ve Austreng, 1989). Gümüş' ün (2011) Gümüş balığı ununun yavru sazan (*Cyprinus carpio*) yemlerinde kullanım potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yaptığı bir çalışmada beş farklı yem kullanılarak akvaryumdaki balıklar 13 hafta süreyle beslenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Gümüş balığı unu içeren yemlerle beslenen balıkların büyüme performansının hazır satılan yem ile beslenen balıklardan daha düşük olduğu bulunmuştur.

Tablo 2. Kullanılan yemlerin kimyasal analiz sonuçları

Table 2. Chemical analysis results of feeds used

Yapılan kimyasal analizler	Alabalık iç organları ile yapılan yem	Van balığı ile yapılan yem
Kuru Maddede Protein %	25.73	27.12
Kül %	2.64	2.1
Yağ %	18.61	22.06
Mezofilik aerobik bakteri (Kob/g)	3.1x10 ⁶	1.1x10 ⁶
Maya(Kob/g)	5.4x10 ³	5.5x10 ³
Küf	1.3x10 ³	1.3x10 ³

Tablo 3 de görüldüğü üzere Alabalık iç organları ile yapılan yemin kg maliyeti 2.71 TL ile en düşük olmuştur. Bunun nedeni en önemli girdi olan Alabalık iç organlarının bedelsiz olarak elde edilmesidir. Projenin tasarımı aşamasında ortalama fiyatı 1.5 TL olan Van balığı çalışma döneminde 3.88 TL (2017 yılı 4.00 TL) (KDV Dahil) fiyata temin edilmiştir. Van balığı arzında fiyat istikrarı olmayışı yem maliyetine olumsuz yansımıştır. Pelet yem fiyatı ise 4TL yem baz alınarak piyasa araştırması neticesinde kg'ı ortalama 3.89 TL (2017 yılı 4.50 TL) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3. Denemede kullanılan yemlerin birim maliyetleri**Table 3.** Unit costs of feeds used in the trial

Alabalık İç Organları İle Yapılan Yem						
	Hammadde	Kg Fiyatı TL	Kg Fiyatı TL	Oranı %	Tutar TL	Tutar TL
		2013 yılı	2017 yılı		2013 yılı	2017 yılı
	Alabalık iç organı	0	0	50	0	0
	Soya Unu	8.74	9.75	30	262.2	292.5
	Buğday Kepeği	0.43	0.50	20	8.6	10
	Toplam				2.71 TL	3.025 TL
Van Balığı İle Yapılan Yem						
	Hammadde	Kg Fiyatı TL	Kg Fiyatı TL	Oranı	Tutar TL	Tutar TL
		2013 yılı	2017 yılı			
	Van balığı	3.88	4.00	50	194	200
	Soya Unu	8.74	9.75	30	262.2	292.5
	Buğday Kepeği	0.43	0.50	20	8.6	10
	Toplam				4.65 TL	5.025 TL
Pelet Yem						
	Toplam				3.89 TL	4.50 TL

Deneme sonunda bireysel canlı ağırlık artışı ve günlük canlı ağırlık artışı bakımından en yüksek değer alabalık pelet yem verilen grubundan elde edilmiştir. Alabalık atıkları ile hazırlanan yemi yiyen grup, pelet yem ve Van balığı ile hazırlanan yem tüketen guruplardan daha düşük derecede ağırlık artışı sağlamıştır. Van balığından hazırlanan yem ile beslenen gurubun ağırlık artışı, Alabalık atıklarından hazırlanan yem ile beslenen gruba göre daha fazla, pelet yem ile beslenen guruba göre daha düşük değerdedir (Tablo 4).

Romero vd., (2014) Mercan balığına deniz yengesi ve denizkestanesi yem hazırlamışlardır. 180 gün süren çalışma sonucunda denizkestanesi ile beslenen grubun daha iyi gelişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Gökkuşluğu Alabalığı beslenmesinde midye etinin kullanımı üzerine yapılan bir denemede yem dönüşüm oranları hazır yemde 1.83 ve midye ile hazırlanan yemde 1.1 olarak saptanmıştır (Aral vd., 1999). Yapılan bu çalışmalar ile sunduğumuz çalışmanın örtüştüğü

görülmektedir. Hernández ve Roman (2016) Gökkuşluğu Alabalıklarına soya fasulyesi ve bakladan yem hazırlamışlardır. 66 gün süren çalışmada, normal yem ve baklalı yem ile beslenen grupların ağırlık artışının yaklaşık olduğu fakat soya fasulyeli yem ile beslenen grubun biraz daha fazla ağırlık artışı gösterdiği tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ve diğer çalışmalarda bitkisel protein kaynağı olarak soya unu kullanımı ile ilgili genetiği değiştirilmiş bu gıda ürününün etkilerinin uzun dönemde ayrıntılı biçimde incelenmesi ve ona göre kullanılması Gıda Güvenliği açısından faydalı olabilir.

Ekonomik analiz sonuçlarında, tüketim miktarı fazla olan alabalık atıkları ile hazırlanan yarı yaş yemin fiyatı pelet yemden yaklaşık olarak %30 daha uygundur. Bu durum önemli bir maliyet kazanımı olarak göze çarpmaktadır (Tablo 5). Van balığının Van ilinde balık hali kurulması ile fiyat istikrarı yakalayacağı düşünülmektedir. Uzun süreli düşünülür ise Van balığı sürekli bir protein kaynağı olarak önem arz etmektedir

Tablo 4. Gelişme analizi sonucunda elde edilen veriler**Table 4.** Results of developmental analysis

	Pelet Yem Grubu	Alabalık Atıkları Grubu	Van balığı Grubu
Denemede Kullanılan Balık Sayısı (Adet)	100	100	100
Deneme Sonu Balık Sayısı (Adet)	94	92	91
Ölüm Oranı %	6	8	9
Deney Başı Ortalama Ağırlık (g)	99.92	99.78	100.01
Deney Sonu Ortalama Ağırlık (g)	310.24	251.49	257.16
Günlük Ağırlık Artış Oranı (g)	2.5	1.7	1.9
Toplam Tüketilen Yem Miktarı (g)	26 826	35 410	33 264
Yem Dönüşüm Oranı	1.45	2.95	2.87
Spesifik Büyüme Oranı	1.25	1.02	1.04

Tablo 5. Ekonomik analiz sonucu elde edilen veriler
Table 5. Economic analysis result data

	Alabalık atıkları grubu 2013	Alabalık atıkları grubu 2017	Van balığı grubu 2013	Van balığı grubu 2017	Pelet yem grubu 2013	Pelet yem grubu 2017
Tüketilen Toplam Yem(kg)	35.41	35.41	33.264	33.26	26.826	26.83
Birim Maliyet Fiyatı (TL)	2.71 TL	3.025 TL	4.65 TL	5.025 TL	3.89 TL	4.50 TL
Toplam Maliyet (TL)	95.96 TL	107.12 TL	154.68 TL	167.13 TL	104.35 TL	120.74 TL
Pelet Göre Fiyat Oranı (%)	+ % 30 Kar	+ % 11.28	-% 24	-% 38.42	-	-
Toplam Tüketimde Pelet Yeme Göre Fark	+ 8.39 TL	+ 8.39 TL	-50.32 TL	-50.32 TL	0.00 TL	0.00 TL

Bu çalışmada; hazırlanan yemlerin Gökkuşluğu Alabalığının büyüme ve gelişmesine etkisi ile yetiştiricilikte oldukça önemli paya sahip olan yem giderlerinin azaltılmasına katkısı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hazırladığımız yemlerin verildiği gruplarda, pelet yem verilen gruplardan daha az ağırlık artışı gözlenmiştir. Bu gruplar arasındaki ağırlık artışı farkı; hazırladığımız yemlerin protein oranının pelet yemlerdeki protein oranından daha düşük olmasına, yüksek protein içeren balık ununun kullanılmamasına ve vitamin-mineral yetersizliğine bağlanabilir. Yem dönüşüm oranı, Alabalık iç organları ve Van balığı ile hazırlanan yemlerde pelet yeme göre daha yüksek değerlerde gözlenirken spesifik büyüme oranı, her

üç yem grubu için yakın değerler vermiştir. Elde edilen veriler ışığında yarı yaş yem yapımı, değerlendirilmesi ve bu yemle alabalıkların beslemesi konusuna farklı bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak, balıkların büyüme performansı ve yem maliyeti bakımından hazırladığımız yemlerin uygun olduğu düşünülebilir.

TEŞEKKÜR

T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığını tarafından TAGEM/HSGYAD/12/A05/P01/ nolu proje olarak desteklenmiştir. Tüm destekleri için teşekkür ederiz. .

KAYNAKÇA

- Anderson, R.O. & Gutreuter S.J. (1989). *Fisheries Techniques*. Third Printer. Maryland, USA. 283.
- Aral, O., Ağırbağ, C. & Yiğit, M. (1999). Karadeniz'de ağ kafeslerde alabalıkların (*Oncorhynchus mykiss*) beslenmesinde midye etinin kullanımı üzerine bir araştırma. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 23(1):23-29.
- Aras, N.M. & Aras, M.S. (1992). Farklı periyotlarda verilen siğir dalağının damızlık alabalıklarda (*S. gairdneri*) canlı ağırlık artışı hızı ve yaşama gücüne etkisi üzerinde araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi 7. *Mühendislik Haftası Tebliğ Özetleri*, 25-27 Mayıs, Isparta.
- Asgard, T. (1987). Squid as feed for salmonids. *Aquaculture*, 61:259-273. doi: [10.1016/0044-8486\(87\)90154-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(87)90154-2)
- Asgard, T. & Austreng, E. (1985). Dogfish offal, ensiled or frozen, as feed for salmonids. *Aquaculture*, 49:289-305. doi: [10.1016/0044-8486\(85\)90086-9](https://doi.org/10.1016/0044-8486(85)90086-9)
- Berge, G.M. & Austreng, E. (1989). Blue mussel in feed for rainbow trout. *Aquaculture*, 81:79-90. doi: [10.1016/0044-8486\(89\)90232-9](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90232-9)
- Bharadwaj, A.S., Brignon, W.R., Gould, N.L., Brown, P.B. & Wu, Y.V. (2002). Evaluation of meat and bone meal in practical diets fed to juvenile hybrid striped bass Morone chrysops x M. Saxatilis. *Journal of the Aquaculture Society*, 33(4):448-457. doi: [10.1111/j.1749-7345.2002.tb00024.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00024.x)
- Cheng, Z.J. & Hardy, R.W. (2002). Apparent digestibility coefficients of nutrients and nutritional value of poultry by-product meals for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) measured in vivo using settlement. *Journal of the Aquaculture Society*, 33(4):458-465. doi: [10.1111/j.1749-7345.2002.tb00025.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00025.x)
- Diğer, R. & Aras, S. (1990). Alabalık rasyonlarında çeşitli düzeylerde kullanılan siğir şirdeni'nin "Abomasus" ve günlük yemleme sayısının gökkuşluğu alabalığının (*Salmo gairdneri*) büyüme hızı, yemden yararlanma ve yaşama gücüne etkileri. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 14(2):237-251.
- Erkoyuncu, İ., Erdem, M., Samsun, O., Özdamar, E. & Kaya, Y. (1994). Karadeniz'de avlanan bazı balık türlerinin et verimi, kimyasal yapısı ve uzunluk-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1-2:181-191.
- Fujimaki, Y. & Isoda, M. (1990). Fine-structural study of leucocytes in the goldfish, *Carassius auratus*. *Journal of Fish Biology*, 36(6):821-831. doi: [10.1111/j.1095-8649.1990.tb05630.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05630.x)
- Güllü, K. & Güzel, Ş. (2003). İnci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*) silajının pelet yem yapımında kullanımı üzerine bir araştırma. *Ekoloji*, 12(48):19-23.
- Gümüş, E. (2011). Effect of Replacement of Fishmeal with Sand Smelt (*Atherina boyeri*) Meal on Growth, Feed Utilization and Body Composition of Mirror Carp Fry (*Cyprinus carpio*). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(3):363-369.
- Harlioğlu, A.G. (2011). Balık Artıklarının Balık Yemlerinde Kullanılan Yağların Elde Edilmesinde Kullanımı. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(2):56-63.
- Hernández, A.J. & Roman, D. (2016). Phosphorus and nitrogen utilization efficiency in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets with lupin (*Lupinus albus*) or soybean (*Glycine max*) meals as partial replacements to fish meal. *Czech Journal of Animal Science*, 61(2):67-74. doi: [10.17221/8729-CJAS](https://doi.org/10.17221/8729-CJAS)
- Hermes, E. (1998). *Fish Processing Technology in the Tropics*. Waste Management Chapter 17. Quezon city, Philippines, 272-279.
- Jaswal, A.S. (1989). Methodology Investigations for the Production of Amino acid Hydrolysate From Shrimp Waste. *Canadian Institute of Food Technology Journal*, 22(5):460-463. doi: [10.1016/S0315-5463\(89\)70597-6](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(89)70597-6)
- Kocabatmaz, M. & Ekingen, G. (1984). Değişik tür balıklarda kan örneği alınması ve hematolojik metotların standardizasyonu. *Doğa Bilim Dergisi*, D1, 8, 2, s 149-159.
- Konuk, T. (1981). *Pratik Fizyoloji*, Second Ed. A.Ü. Vet. Fak. Yayınları, Ankara, Turkey.

- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N. & Cihaner, A. (2007). Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24(1-2):201-205.
- Kop, A. & Korkut, A.Y. (2010). "Effects of Diets with Different Fish Meal Origins on the Performance of Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)". *Medwell Journals. Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(3):581-583. doi: [10.3923/javaa.2010.581.583](https://doi.org/10.3923/javaa.2010.581.583)
- Li, M.H., Manning, B.B. & Robinson, E.H. (2002). Comparison of various animal protein sources for growth, feed efficiency and body composition of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the Aquaculture Society*, 33(4):489-493. doi: [10.1111/j.1749-7345.2002.tb00028.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2002.tb00028.x)
- Riche, M., Oetker, M., Haley, D.L., Smith, T. & Garling D.L. (2004). Effect of feeding frequency on consumption, growth, and efficiency in juvenile tilapia (*Oerochromis niloticus*). *Israeli Journal Aquacult.-Bamidgeh*, 56(4):247-255.
- Romero, J., Ginés, R., Izquierdo, M.S., Haroun, R., Badilla, R. & Robaina, L. (2014). Effect of dietary substitution of fish meal for marine crab and echinoderm meals on growth performance, ammonia excretion, skin colour, and flesh quality and oxidation of red porgy (*Pagrus pagrus*). *Aquaculture*, 422-423.
- Türkiye İstatistik Kurumu. 2013. *Su Ürünleri İstatistikleri 2013*. İnternet İnternet <http://www.tuik.gov.tr>. Yayın No: 4349 ISSN 1013-6177. Yüce-tepe Mah. Necatibey Cad. No: 114 06100 Çankaya-Ankara / Türkiye
- Türker, A. & Büyükhatoğlu, Ş. (2006). Gökkuşığı Alabalıklarının Yemlenmesinde Alabalık Ve Palamut İç Organları veya Hamsi Kullanılmasının Performans ve Yem Maliyeti Üzerine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2):167-172.
- Ustaoglu, S. & Bircan, R. (1998). Karadeniz'deki ağ kafeslerde yetiştirilen gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın gelişme ve yem değerlendirilmesine farklı yemleme düzeylerinin etkileri. *Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi*, 22(3):285-291.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Türkiye’de ticari çift kabuklu yumuşakça avcılığında kullanılan av araçları

The fishing gear used in commercial bivalve fishery in Turkey

Serhat Çolakoğlu^{1*} • Adnan Tokaç²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme, 17020, Çanakkale, Türkiye

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

* Corresponding author: serhat_colakoglu@comu.edu.tr

Received date: 12.09.2017

Accepted date: 18.10.2017

How to cite this paper:

Çolakoğlu, S. & Tokaç, A. (2017). The fishing gear used in commercial bivalve fishery in Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):415-421. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.08](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.08)

Öz: Bu çalışmada, Türkiye’nin Batı Karadeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi kıyıs alarlarında, çift kabuklu yumuşakçaların ticari avcılığında kullanılan av araçlarının teknik özellikleri ile avcılık yöntemlerinin genel özellikleri tespit edilmiştir. Avcılık dalarak, kıydan insan gücü ve tekne gücü ile olmak üzere üç ana bölümde değerlendirilmiş, türe özel 8 tipte av aracı ve yöntemi belirlenmiştir. Araştırma bölgelerinde sekiz adet kama, beş adet el tırmağı, sekiz adet elekli kürek, on üç adet el dreci, üç adet istirdiye dreci, dört adet kara midye dreci, dokuz adet mekanik drec ve yedi adet hidrolik drec olmak üzere toplam elli yedi adet av aracı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kıyı balıkçılığı, av araçları, avcılık yöntemi, Marmara Denizi

Abstract: In this study, general characteristics and technical features of the gear used in the commercial fishery of bivalve molluscs are evaluated in the coastal areas West Black Sea, Marmara Sea and Aegean Sea of Turkey. Bivalve fisheries are assessed in three main sections by dive fishing, man power coast fishing and boat power fishing, and 8 types are determined fishing gear and methods. A total of 57 various types gears of which eight wedges, five hand rake, eight hand shovel, thirteen hand dredges, three oyster’s dredges, four mussel’s dredges, nine mechanical dredges and seven hydraulic dredges were identified in the research areas.

Keywords: Coastal fisheries, fishing gear, fishing method, Marmara Sea

GİRİŞ

Çift kabuklu yumuşakçalar denize kıyısı olan ülkelerde özellikle kıyı bölgelerinde halkın önemli geçim kaynağını oluşturmakta, doğal yataklardan avcılık veya yetiştiricilik yoluyla üretilmektedir. Dünya ticaretinde, üretimi gerçekleştirilen su ürünlerinin toplam değeri içerisinde çift kabukluların oranı %3, toplam miktar içerisindeki oranının ise %5,6 olduğu belirlenmiştir (FAO, 2016). Ülkemizde ise çift kabuklu üretimi, neredeyse tamamı doğal yataklardan avcılık yolu ile yapılmaktadır. Türkiye’nin yıllar nezdinde artan şekilde ilerleyen çift kabuklu yumuşakça üretimi, günümüzde toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık %6-7’sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2010). Bu üretimin %67.33’ünü clam grubu (*Chamelea gallina*, *Tapes decussatus*, *Ruditapes philippinarum*, *Donax trunculus*), %32.55’ini kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve %0.12’ini diğer çift kabuklular (*Ostrea edulis*) oluşturmuştur.

Çift kabuklu yumuşakçalar, ülkemizin kıyıs alarlarında önemli balıkçılık alanlarına sahip ürünlerdir. Bu ürünler, Batı Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi’nde türden türe farklılık göstermekle beraber, genellikle 0-20 m derinlikler konturlarında yoğun şekilde dağılım göstermektedir. Özellikle Marmara

Denizi, Akdeniz ve Karadeniz’in etkisinde olması nedeniyle, çift kabuklu yumuşakçalar için avcılık alanlarının fazla, ürünlerin bol ve çeşitli olmasına imkân sağlamaktadır. Çift kabuklu stoklarının dağılım yoğunluğunun kıyıs alarlarında yoğunlaşması, balıkçılığın küçük teknelerle ya da kıydan balıkçı yardımıyla yapılmasına ve gelişmesine sebep olmuştur (Tokaç ve Çolakoğlu, 2012).

Çift kabuklu yumuşakça avcılığı, aktif ya da pasif av araçları kullanılarak yapılmaktadır. Aktif av aracı olarak, genellikle insan ya da tekne gücü yardımıyla dip sürükleme araçları (drec, el dreci, el tırmağı vb.) kullanılarak yapılmaktadır. Pasif avcılık ise, dalgıç yardımıyla ürünlerin toplanması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Çift kabuklu avcılığının yapıldığı kıyı alanlarında (özellikle 2-20 m derinliklerde) kullanılan aktif dip sürükleme av araçları (mekanik ve hidrolik drec gibi) bentik ekosistemleri olumsuz etkilemekte, canlılara ciddi zararlara neden olmaktadır (Alves vd., 2003; Moschino vd., 2003). Bu olumsuz etki nedeniyle, ülkemizde çift kabuklu avcılığında kullanılan av araçlarının özellikle de dip sürütme av araçlarının belirlenmesi ve teknik özelliklerinin ortaya konulması

gerekmektedir.

Türkiye'deki çift kabuklu yumuşakça avcılığının yapısal sorunları (av araçlarının standardizasyonu, sınıflandırılması, teknolojileri, kayıt altına alınması vb.), mevcut kaynakların rasyonel bir şekilde işletilmesinin temini, avcılık ve üretim planlamaları gibi genel sayılabilecek konularda sorunları giderebilecek ve çözüm önerileri oluşturabilecek bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından "4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi" hakkındaki tebliğle çift kabuklu yumuşakçaların bazı türlerinin avcılığında kullanılan av araçlarına yönelik bazı düzenlemeler getirilmiştir. Ancak, araştırmalarla bu bilgilerin güncellenmesi ve eksiklerin tamamlanması gerekmektedir. Ülkemizde, çift kabuklu yumuşakça avcılığında kullanılan av araçları ve yöntemlerine ilişkin çeşitli yayınlar bulunmaktadır. Bu yayınlarda, çift kabukluların avcılığı ve avlanma teknikleri genel bilgiler şeklinde verilmiş olup (Hoşsucu, 2000; Dalgıç vd., 2005; Doyuk, 2006), ayrıntılı olarak sadece Toka ve Çolakoğlu (2012)'nin yaptığı çalışmada verilmiştir.

Çift kabuklu yumuşakça av araçlarının teknik özellikleri ile avcılıkta kullanılan yöntemlerin belirlenmesi, günümüzde sürdürülebilir ve sorumlu balıkçılık açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, ülkemizde ekonomik öneme sahip çift kabukluların avcılığında kullanılan av araç ve gereçlerinin teknik özellikleri ile avlanma yöntemleri yeniden değerlendirilmiş, sorunlar tartışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Ege Denizi (İzmir'in İnciraltı ve Bostanlı-Degaj), Marmara Denizi (Çanakkale'nin Kepez, Eceabat, Şevketiye ve Denizkent; Balıkesir'in Misakça ve Bandırma; İstanbul'un Rumeli Kavağı ve Şile) ve Batı Karadeniz'in (Kocaali'nin Kefken; Kastamonu'nun Cide) çift kabuklu yumuşakça avcılığının yoğun yapıldığı bölgelerde S.S. Su Ürünleri Kooperatifleri, balıkçılar ve firmalarla görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, avcılıkta kullanılan av araçlarının yerinde tespiti yapılarak, her bir av aracının teknik özellikleri çıkartılmış ve ilgili formlara kaydedilmiştir. Çift kabuklu yumuşakça avcılığında kullanılan yöntemler üç ana başlık altında değerlendirilmiş, her biri kendi içerisinde detaylandırılmıştır.

BULGULAR

Dalma Yöntemi ile Avcılık

Dalarak toplama yöntemi, genellikle Ege ve Marmara Denizi'nde kara midye (*Mytilus galloprovincialis*), istiridye (*Ostrea edulis*), akivades (*Tapes decussatus* ve *Ruditapes philippinarum*), beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*), kidonya (*Venus verrucosa*) ve tarak (*Pecten* sp.) gibi ekonomik değeri yüksek çift kabukluların avcılığında yoğun şekilde kullanılmaktadır. Balıkçı, teknede mevcut bulunan kompresörün verdiği hava yardımıyla deniz dibindeki çift kabukluları toplayarak filede biriktirir, filenin dolması ile tekneye çıkarır. Ayrıca, SCUBA dalış ve şnorkel ile avcılık yapan

dalgıçlarda bulunmaktadır. Bu yöntemlere ek olarak, türlere özel geliştirilmiş teknikler aşağıda açıklanmıştır.

Kama ile Avcılık

Çift kabuklu yumuşakçalardan özellikle akivades (*Tapes decussatus*, *Ruditapes philippinarum*) ve beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*) kendilerini kuma gömerek yaşam faaliyetini devam ettirdiklerinden, kama ile avcılık tercih edilmektedir. Balıkçı, teknede çalışan kompresörün verdiği hava yardımıyla ile deniz dibinde rahatça dolaşarak bu türlerin yerini tespit eder, daha sonra kamayı kuma batırıp çıkararak ürünlerin avcılığı yapar ve ürünleri file de biriktirerek tekneye çıkarır.

Ayrıca, balıkçı deniz dibinde tespit ettiği akivades ve beyaz kum midyesini eli ile kumu hareketlendirerek kumun dağılmasını sağlayarak da ürünleri toplayabilmektedir (Toka ve Çolakoğlu, 2012). Bu yöntemlerle avcılık, daha çok İzmir'in Bostanlı-Degaj, Balıkesir'in Bandırma ve Misakça bölgelerinde yapılmaktadır. Bu bölgelerde avcılıkta kullanılan toplam 8 adet kama tespit edilmiş olup, teknik özellikleri incelendiğinde bölgeden bölgeye boyutsal farklılıkların olduğu görülmüştür. İzmir Bostanlı-Degaj ve İnciraltı avcılık bölgelerinde, 5 adet kamanın ölçümü gerçekleştirilmiş olup, kamanın sapı 15–16 cm ve kamanın toprağa giren metal kısmı 13–15 cm arasında değişmiştir. Balıkesir'in Bandırma ve Misakça bölgelerinde ise 3 adet kamanın teknik özellikleri belirlenmiş, kamanın sapı 13–15 cm ve kamanın toprağa giren metal kısmı ise 12–13 cm arasında değişmiştir.

El Tırmığı ile Çıkartma Yöntemi

Çift kabuklulardan kidonya (*Venus verrucosa*) ve japon akivades (*Ruditapes philippinarum*) avcılığında kullanılan el tırmığı, dalgıç yardımıyla deniz dibinde zemini tarayarak ürünleri çıkarır ve fileye doldurur. Çanakkale'nin Gelibolu bölgesinde 3 ve Balıkesir'in Bandırma bölgesinde 2 adet olmak üzere toplam 5 adet el tırmığının ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çanakkale ve Balıkesir bölgelerinde el tırmığının teknik özellikleri; av aracının sapı 12–15 cm, diş uzunluğu 4–6 cm, diş sayısı 3 adet ve diş aralığı 1–2 cm olarak belirlenmiş ve boyutlarında bölgeden bölgeye farklılıkların olmadığı belirlenmiştir.

Kıydan İnsan Gücü ile Avcılık

Elekli Kürek Yöntemi

Bu yöntem, özellikle akivades (*Tapes decussatus*, *Ruditapes philippinarum*) ve beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*) avcılığında kullanılmaktadır. Elekli kürek, balıkçının ayakları yardımıyla denizde kumluk zemine girmesi sağlanır, daha sonra bu kürek su içinde sallanarak ürünlerin elekleri nedeniyle kürek üzerinde kalması sağlanır. Kürekte kalanlar arasından ürünler seçilerek balıkçının yanında bağlı torbada biriktirilmektedir (Şekil 1). İzmir'in İnciraltı ve Bostanlı ile Balıkesir'in Bandırma kıyısı avcılık alanlarında, balıkçılarla yapılan görüşmelerde 8 adet elekli kürek tespit edilmiştir. İzmir bölgesinde 5 ve Balıkesir bölgesinde ise 3 adet olmak üzere ölçümü gerçekleştirilen elekli tırmıklarının teknik özellikleri

sırasıyla; ağız genişliği 40–44 cm, elek boyu 32–36 cm, elek arka genişliği 28–32 cm, elek göz açıklığı 6–8 mm, elek yan kenarları 6–8 mm, bıçak kısmı 4–5 cm, sap boyu 110–120 cm

ve ayaklık (sağ-sol) 4–8 cm olarak belirlenmiştir. Teknik özellikler incelendiğinde, av aracının boyutlarında bölgeden bölgeye küçük farklılıkların olduğu görülmüştür.

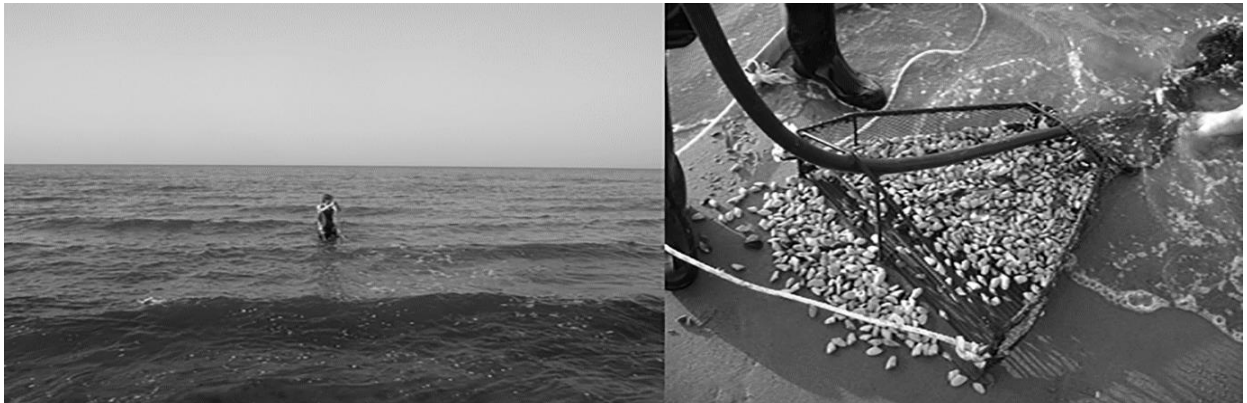


Şekil 1. Avcılıkta kullanılan elekli kürek
Figure 1. The sieving shovel used in fisheries

El Dreci ile Avcılık

Kum şırlanı (*Donax trunculus*) avcılığında kullanılan el drecinin ucunda bıçak ve elek, arkada ise ince örgülü file torba bulunmaktadır. Balıkçının bu av aracını tutması için 120–130 cm'lik dreç çeki kolu ve bele bağlamak için kemer bulunmaktadır. Balıkçı, kemeri beline bağlayarak çeki kolu yardımıyla el drecini kendine doğru çekerek avcılığı yapar (Şekil 2). Drecin filesi dolunca kıyıya çıkararak torbayı boşaltır (Çolakoğlu, S., 2011). Kum şırlanı avcılığı, Marmara Denizi'nde özellikle Denizkent, Misakça, Karacabey, Silivri ve Şarköy bölgesinde, 1–2 m derinlikte kumsal alanlarda yapılmaktadır.

Araştırma kapsamında bölgede bu ürünü işleyen firmalar ve avcılığını yapan balıkçılarla yapılan görüşmelerde belirlenen, toplam 13 adet el drecinin teknik özellikleri belirlenmiştir. El drecinin yapısal özellikleri bölgeden bölgeye herhangi bir farklılık göstermemiş olup, sadece küçük oranlarda boyutlarında değişikliklerin olduğu tespit edilmiştir. Marmara Denizi'nde avcılığın yapıldığı bölgelerde ölçümü gerçekleştirilen el dreçlerinin teknik özellikleri; ağız genişliği 56–60 cm, ağız yüksekliği 10–12, elek boyu 50–60 cm, elek göz açıklığı 6–8 mm, ağız bıçak kısmı 5–6 cm, dreç çeki kolu 120–130 cm ve dreç arka genişlik 28–30 cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 2. Kum şırlanı avcılığında kullanılan el dreci
Figure 2. The hand dredge used to harvest wedge clam (*Donax trunculus*)

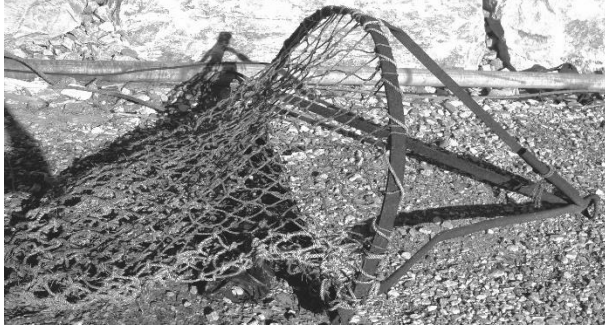
Tekne Gücü ile Avcılık

Sürütme av aracı olan dreç; ağ torba, çerçeve ve çekilme halatı olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Torba şeklinde olan ağın ağız kısmını açık tutmaya yarayan dikdörtgen veya yarım ay şeklinde demirden bir çerçeve bulunmaktadır. Demir çerçevenin zemine gelen tarafında, deniz dibini taramaya elverişli bıçak veya dişler bulunmaktadır. Avlanan çift kabuklu türüne göre, istiridye dreci, kara midye dreci ve kum midyesi dreci şeklinde sınıflandırılmıştır.

İstiridye Dreci

Dreç, yarım ay şeklinde bir demir çerçeveye bağlı bir torba ve üç koldan ibaret çeki demirinden oluşmaktadır. Demir çerçevenin alt kısmı deniz dibini kazımak için tasarlanmış olup, bıçak şeklinde yapılmıştır (Şekil 3). Bu av araçları ile, Marmara Denizi'nde 2–20 m derinliklerdeki kıyısularda istiridye avcılığı yapıldığı belirlenmiştir.

Araştırmanın yapıldığı Çanakkale'nin Kepez bölgesinde 2 adet ve İstanbul'un Rumeli Hisarı bölgesinde 1 adet olmak üzere, toplam 3 adet istiridye drecinin teknik özellikleri belirlenmiştir. Dreçlerin ağız genişliği 100–120 cm, dreç çeki demiri 100–120 cm, yarım ay çember uzunluğu 200 cm, torba uzunluğu 2–3 m ve torba ağ gözü açıklığı 40–60 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 3. Marmara Denizi'nde kullanılan istiridye dreci (Fotoğraf: Tokaç ve Çolakoğlu, 2012)

Figure 3. Oysters dredge used in Marmara Sea (Photos by Tokaç and Çolakoğlu, 2012)

Kara Midye Dreci

Dreç, dikdörtgen veya yarım ay şeklinde bir demir çerçeveye bağlı ağ torba ve çeki demirinden meydana gelmektedir (Doyuk, S.A., 2006). Genellikle Çanakkale'nin Eceabat ve Kepez ile İstanbul'un Rumeli Kavağı bölgelerinde, kara midyelerin yoğun olarak bulunduğu 2–20 m derinliklerdeki kıyısularda dreç çekimi yapılmaktadır (Şekil 4). Çanakkale bölgesinde 3 adet ve İstanbul bölgesinde 1 adet olmak üzere, toplam 4 adet kara midye drecinin teknik özellikleri belirlenmiştir. Rumeli Kavağı'nda teknik özellikleri belirlenen drecin ağız genişliği 70 cm, dreç çeki demiri 90 cm, yarım ay çember uzunluğu 120 cm, diş sayısı 5 ve torba uzunluğu 2 m; Çanakkale'deki dreçlerin ise ağız genişliği 50–60 cm, dreç çeki demiri 70–80 cm, yarım ay çember uzunluğu 100–110 cm, diş

sayısı 3 ve torba uzunluğu 1,5–2 m arasında olduğu tespit edilmiştir. İki bölge arasında tespiti yapılan dreçlerin boyutlarında farklılıkların olduğu görülmüştür.



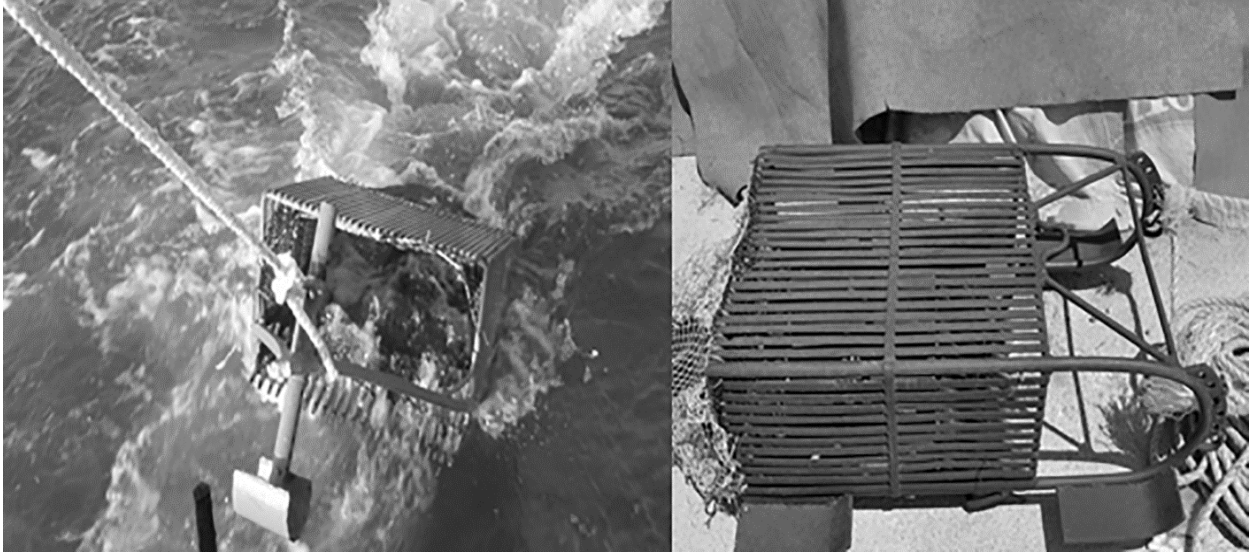
Şekil 4. Kara midye dreci (Fotoğraf: Tokaç ve Çolakoğlu, 2012)
Figure 4. The mussels dredge (Photos by Tokaç and Çolakoğlu, 2012)

Beyaz Kum Midyesi Dreci

Beyaz kum midyesi dreci, dikdörtgen şeklinde demir bir çerçeveye bağlı ağ torba ve çeki düzeninden oluşmaktadır. Ayrıca, demir çerçevenin zemine gelen kısmı deniz dibini taramak için tarak şeklinde dişlerden yapılmıştır. Avcılık, motor gücüyle tekne yardımıyla çekilerek yapılmaktadır. Çekim esnasında drecin dişlerinin zemine 10–15 cm kuma girmesi ile ürünlerin torbada toplanması ile istihsal yapılmaktadır. Beyaz kum midyesi avcılığında, mekanik ve hidrolik dreçler olmak üzere iki tip dreç kullanılmaktadır.

Mekanik Dreç

Mekanik drecin ana yapısı ızgara elekli ve ucunda dişleri bulunmakta, arkada 1-2 m uzunluğunda ağ torba ve drecin alt yanlarında zemine kayması için kızaklar (tekerlek) bulunmaktadır (Şekil 5). Dreç, kapasitesi ve büyüklüğüne göre insan gücü ya da motor gücüyle tekneye alınmaktadır. Genellikle, Marmara Denizi'nin Şevketiye, Kemer, Misakça, Gelibolu ve Tekirdağ Kumbağ ile Batı Karadeniz'in Kefken ve Şile bölgelerinde 3-20 m derinliklerdeki kıyısularda kullanılmaktadır. Marmara Denizi'nde 3 adet ve Batı Karadeniz'de 6 adet olmak üzere toplam 9 adet mekanik drecin teknik özellikleri belirlenmiştir. Bu dreçlerin zemine kayması için, bazı bölgelerde tekerlek bazılarında ise kızakların kullanılması şeklinde yapısal farklılıklar olduğu görülmüştür. Marmara Denizi ve Batı Karadeniz'de ölçümleri yapılan dreçlerin teknik özellikleri sırasıyla; ağız genişliği 60–70 cm ve 80–90 cm, ağız yüksekliği 35–40 cm ve 40–55 cm, elek boyu 50–60 cm ve 70–80 cm, elek göz açıklığı 8–10 mm, diş uzunluğu 8–10 cm, diş aralığı 8–10 mm ve diş sayısı 25–30 adet ve 35–45 adet olarak belirlenmiştir. Avcılığın yoğun yapıldığı Kefken ve Şile bölgelerinde daha büyük boyutlu dreçlerin kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5. Avcılıkta kullanılan mekanik dreğ.
Figure 5. Mechanical dredge used in fisheries

Hidrolik Dreğ

Ülkemizde, beyaz kum midyesi avcılığında tekne büyüklüğüne göre farklı boyutlarda hidrolik dreğler kullanılmaktadır. Hidrolik dreğ ve otomatik elek sistemleri teknenin kıç tarafında konumlandırılmıştır. Dreğ suya indirildikten sonra teknede mevcut bulunan farklı bir dizel motordan sağlanan güç yardımıyla drece bağlı hortum sistemi ile zemine basınçlı su verilerek 1,5-2 knot hızla çekim gerçekleştirilmektedir (Dalgıç vd., 2005). Basınçlı su verilmesinin ana amacı, zemindeki mevcut ürünleri kaldırarak drece daha kolay girmesini sağlamaktır (Şekil 6).

Ülkemizde, Batı ve Orta Karadeniz'in Şile, Kefken ve Cide bölgelerinde 5–20 m derinliklerdeki kıyısız alanlarda beyaz kum midyesi avcılığında kullanılmaktadır. Araştırma kapsamında Şile'de 3 adet, Kefken'de 3 adet ve Cide'de 1 adet olmak üzere toplam 7 adet hidrolik dreğin teknik özellikleri belirlenmiş, boyutsal farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Şile, Kefken ve Cide bölgelerinde tespiti yapılan dreğlerin özellikleri sırasıyla; ağız genişliği 2–5 m, 3–5 m ve 3 m uzunluğunda; ağız yüksekliği 35–55 cm, 40–55 cm ve 45 cm; elek göz açıklığı 7–8 mm, 7–8 mm ve 8 mm; dış uzunluğu 9–10 cm ve dış aralıkları 8–10 mm arasında belirlenmiştir.



Şekil 6. Avcılıkta kullanılan hidrolik dreğ
Figure 6. Hydraulic dredge used in fisheries

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye'de çift kabuklu yumuşakça avcılığının yoğun şekilde yapıldığı İzmir'in İciraltı ve Bostanlı-Degaj; Çanakkale'nin Kepez, Eceabat, Şevketiye ve Denizkent; Balıkesir'in Bandırma ve Misakça; İstanbul'un Rumeli Kavağı ve Şile, Kocaeli'nin Kefken ve Kastamonu'nun Cide bölgelerinde balıkçılar ve Su Ürünleri Kooperatifleri ile birebir görüşmeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, 8 adet kama ve 5 adet el tırmağı olmak üzere toplam 13 adet dalarak; 8 adet elekli kürek ve 13 adet el dreci olmak üzere toplam 21 adet kıydan insan gücü ile ve 3 adet istridye, 4 adet kara midye, 9 adet mekanik dreç ve 7 adet hidrolik dreç olmak üzere toplam 23 adet tekne gücü ile avcılık yapan av aracının teknik özellikleri saptanmıştır. Ayrıca, bu av araçlarının kullanım yöntemleri ile hedef türleri de tespit edilmiştir.

Ülkemizde çift kabuklu yumuşakça avcılığında kullanılan av araçları ile ilgili farklı bölgelerde araştırmalar yapılmış, çalışmaları daha çok beyaz kum midyesi avcılığı oluşturmuştur. Tokaç ve Çolakoğlu (2012) farklı bölgelerde çift kabuklu avcılığında kullanılan on iki adet av aracı tanımlamış, çalışmada sadece bir av aracı üzerinde yapılan ölçümler sonucunda değerlendirmeler yapılmış kendi içinde yapısal ve bölgesel farklılıklar ile ilgili bilgiler eksik kalmıştır. Yapılan bu çalışmada, toplam 57 adet av aracının teknik özellikleri belirlenmiş ve her bir av aracı kendi içinde değerlendirilerek yapısal farklılıklar ile bölgesel kullanımlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bilecik (1986) Kuzey Marmara Denizi'nde beyaz kum midyesi avcılığında kullanılan hidrolik drecin mekanik drece göre yararları ve zararlarını incelemiştir. Cebeci (1994) kum midyesi stoklarının korunması için 30 mm boydaki ürünlerin avlanmasının uygun olacağı, bunun için dreç ağız açıklığının 80 cm, ağız derinliğinin 20 cm, diş aralığının 2 cm, kafes çubuğu aralığının 1 cm, drece bağlı torbanın boy uzunluğunun 1 m, göz açıklığının 1 cm, avlanma boyunun da 30 mm olması gerektiğini belirlemiştir. Atay (1995), beyaz kum midyesinin avlanma teknikleri ve stokların kalitatif özelliklerinin korunması üzerine araştırmalar yapmış ve hidrolik drecin mekanik drece oranla stoklara daha az zarar verdiğini belirlemiştir. Dalgıç vd. (2005) ve Dalgıç (2006) Batı ve Orta Karadeniz'de yapılan çalışmada, beyaz kum midyesi avcılığında kullanılan mekanik ve hidrolik drecin av potansiyeli, teknik özellikleri ile türün populasyon yapısı değerlendirilmiştir. Çolakoğlu (2011) ise, Güney Marmara'da beyaz kum midyesi ve kum şırlanının ticari avcılığında kullanılan mekanik ve el drecinin teknik özellikleri, av potansiyelleri ile ürünlerin populasyon yapılarının belirlenmesi ile ilgili bölgesel çalışmalar gerçekleştirmiştir. Ayrıca, Doyuk (2006) tarafından Çanakkale bölgesinde su ürünleri avcılığında kullanılan av araçlarından kara midye drecinin teknik özelliklerini tespit etmiştir.

Çift kabuklu yumuşakçalar ülkemiz denizlerinin kıyıl alanlarında yoğun şekilde yayılım göstermekte olup, özellikle Marmara Denizi tür çeşitliliği yönünden verimlilik arz etmektedir. Balıkçılar, İzmir bölgesinde akivades; Çanakkale ve Balıkesir bölgelerinde kara midye, istridye, japon akivades, beyaz kum midyesi ve kum şırlanı; İstanbul, Kocaeli ve

Kastamonu bölgelerinde ise beyaz kum midyesi ve kum şırlanı hedef tür olarak belirlemişlerdir. Bu türlerin avcılıkları, genel av yasakları (üreme dönemi) ve avcılık alanlarının açılıp kapanmasına bağlı olarak, bahsedilen av araçları ile dönemsel olarak yapılmaktadır.

Çift kabuklular sulara planktonları süzerek beslendiklerinden beraberinde mikroorganizma ve kimyasal maddeler gibi zararlı bileşenleri de bünyelerine alabilmekte, biriktirdikleri bu unsurlar nedeniyle insan tüketiminde tehlike oluşturabilmektedirler. Bu nedenle, avcılık alanlarının istihale açılmadan önce çevresel koşulların takip edilmesi ve alanda ürünlerin tüketim açısından uygunluğu rutin şekilde izlenmesi önemli bir gereklilik ve tek seçenek olarak ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından avcılık alanlarında mikrobiyolojik, biyotoksin, ağır metal, toksik alg ve su kalitesi analizleri periyodik olarak yapılmakta, eğer sonuçlar uygun ise avcılığa açılmaktadır. Bakanlığın belirlediği, İzmir'de 2 adet akivades; Balıkesir'de 1 adet kum şırlanı ve 3 adet japon akivades; İstanbul'da 1 adet kara midye ve 2 adet beyaz kum midyesi; Sakarya'da 3 adet, Düzce'de 1 adet, Kocaeli'nde 2 adet ve Kastamonu'da 3 adet beyaz kum midyesi olmak üzere toplamda 18 adet avcılık alanı bulunmaktadır (Anonim, 2017). Özellikle akivades, kara midye ve kum şırlanı avcılık alanlarının yeterli olmaması balıkçılığı ve bu ürünleri işleyip satışı sunan işletmeleri olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, resmi olarak avcılık alanı ilan edilmeyip yoğun şekilde ürünlerin olduğu bölgelerde kaçak avcılığın artmasına sebebiyet vermekte, insan tüketimine uygun olmayan ve güvensiz ürünlerin piyasaya verilmesine neden olmaktadır.

Çift kabuklu yumuşakça avcılığına Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından "4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkındaki Tebliğ" kapsamında bazı sınırlama ve düzenlemeler getirmiştir. Bu tebliğde avcılık koordinatlarla belirlenmiş olup, bazı bölgelerde tamamen yasaklanmıştır. Ayrıca, türe özgü üreme dönemi yasakları (akivades, kidonya, istridye, tarak ve kum şırlanı için 15 Nisan-31 Ağustos; kara midye için 15 Nisan-30 Haziran) ile avcılığında kullanılan araç ve gereçlerine yasaklar getirilmiştir. Bunlar, beyaz kum midyesi avcılığında kullanılan algarna ve dreçlerin; 1) Ağız açıklığı 80 cm'den, ağız derinliği 20 cm'den büyük, torba boy uzunluğu ise 200 cm'den fazla olamaz; hidrolik dreçlerin ağız açıklıkları 350 cm'den, boyları 300 cm'den fazla olamaz, 2) Dreçlerde ve eleklerdeki metal yuvarlak çubuklar arasındaki mesafe 8,5 mm'den küçük olamaz; akivades avcılığında kullanılan eleklerde elek göz açıklığı 24 mm'den, kidonya istihsalinde kullanılan eleklerde elek göz açıklığı 30 mm'den küçük olamaz; kum şırlanı avcılığında kullanılan eleklerde elek göz açıklığı 1,6 cm'den küçük olamaz şeklinde yasaklar getirilmiştir.

Ekonomik değeri yüksek olan çift kabuklu yumuşakçalar, Ege, Marmara ve Karadeniz'in kıyı kesimlerinde yöre halkı ve kıyı balıkçısının geçim kaynağıdır. Ayrıca, bu ürünleri arındıran veya işleyen birçok su ürünleri işletmesi mevcut olup, iç ve dış piyasaya (AB ülkeleri) satış yapabilmektedirler. Bu nedenle, bu denli ekonomik potansiyele sahip çift kabuklu üretiminin

desteklenmesi için, türe göre avcılık alanlarının belirlenerek stok tespitlerinin yapılması, populasyon yapılarının araştırılması ve izleme programlarının uygulanması büyük önem arz etmektedir.

Bunlara ek olarak stokların yönetimi ve sürdürülebilir kullanımı için, avcılıkta kullanılan av araçlarının av verimleri (CPUE), hedef dışı av oranları (by-catch) ve av araçlarının seçicilik çalışmalarının da en kısa zamanda yapılması, elde

edilen bu veriler değerlendirilerek yönetim stratejilerinin oluşturulmasında büyük katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Çanakkale, Balıkesir, İstanbul, Kocaeli ve Kastamonu S.S. Su Ürünleri Kooperatifleri ile tüm bölge balıkçılarına teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKÇA

- Alves, F., Chicharro, L., Nogueira, A. & Regala, J. (2003). Changes in benthic community structure due to clam dredging on Algarve coast and the importance of seasonal analysis, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83:719-729. doi: [10.1017/S0025315403007707](https://doi.org/10.1017/S0025315403007707)
- Anonim (2017). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı çift kabuklu yumuşakça üretim alanları listesi. Alıntılanma adresi: <http://www.tarim.gov.tr/Konu/994/Cift-Kabuklu-Yumusakca-Uretim-Alanlari> (05.09.2017).
- Atay, Ş. (1995). Kum midyesi (*Venus gallina* L.) biyolojisi, avcılık teknikleri, stok dağılımı ve korunması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bilecik, N. (1986). Kum midyesini (*Venus gallina* L.) özel av aracı ile avlanması amacıyla, Marmara Denizi'nde yapılan deneme çalışmalarına ait rapor. T.K.B İstanbul İl Müdürlüğü, İstanbul.
- Cebeci, M. (1994). Kuzey Marmara Denizi'nde *Chamelea gallina* L., 1758'nin biyometrisi ve avcılığı. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 8: 31-66.
- Çolakoğlu, S. (2011). Çanakkale Boğazı ile Batı Marmara'da kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1758) ve kum şırlanının (*Donax trunculus* L., 1758) stok tahmini. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Dalgıç, G., Okumuş, İ., Ceylan, Y. & Engin, S. (2005). Türk işi İtalya işi: Türkiye'de kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1758) avcılığı yapan teknelerin teknik ve operasyonel özellikleri. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 414-417.
- Dalgıç, G. (2006). Karadeniz kum midyesi *Chamelea gallina* (L., 1758) populasyonunun üreme periyodu ve büyüme performansının belirlenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Doyuk, S.A. (2006). Çanakkale bölgesinde kullanılan av araçlarının teknik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Food and Agriculture Organization (2016). The state of world fisheries and aquaculture. Rome, 200 pp.
- Hoşsucu, H. (2000). *Balıkçılık III (Avlama Yöntemleri)*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları Ders Kitabı, Dizin No: 59. İzmir. 87-91 s.
- Moschino, V., Deppeiri, M. & Marin, M.G. (2003). Evaluation of Shell damage to the clam *Chamelea gallina* captured by hydraulic dredging in the Northern Adriatic Sea. *Journal of Marine Science*, 60:393-401. doi: [10.1016/S1054-3139\(03\)00014-6](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00014-6)
- Tokaç, A. & Çolakoğlu, S. (2012). The State of The Turkish Fisheries. In Adnan Tokaç, Ali Cemal Gücü, Bayram Öztürk (Eds.), *Fisheries by Species Bivalve Fisheries in Turkish Seas* (pp 440-452). Turkey: Seba Digital Baskı ve Matbaacılık Turz. San. Tic. Ltd. Şti.
- Türkiye İstatistik Kurumu (2010). 2010 yılı su ürünleri istatistikleri. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Müdürlüğü Ankara. Alıntılanma adresi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 (05.09.2017)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Farklı açlık tokluk besleme döngülerinin lepistes (*Poecilia reticulata*) balıklarında cinsiyete göre büyüme performansı ve maliyet üzerine etkileri

Effects of cycled starvation feeding regimes and gender on growth performance and cost analysis of guppy (*Poecilia reticulata*)

Gürel Türkmen¹ • Onur Karadal^{2*} 

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

² İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35620, Çiğli, İzmir, Türkiye

* Corresponding author: onur.karadal@ikc.edu.tr

Received date: 18.10.2016

Accepted date: 29.11.2017

How to cite this paper:

Türkmen, G. & Karadal, O. (2017). Effects of cycled starvation feeding regimes and gender on growth performance and cost analysis of guppy (*Poecilia reticulata*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):423-430. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.09)

Öz: Lepistes (*Poecilia reticulata*), pratikte çoğu zaman düzenli beslemenin uygulanmadığı hatta çoğu günler beslemenin bile yapılmadığı görülen bir süs balığı türüdür. Bu çalışmada, farklı açlık tokluk beslenme döngülerinin lepistes balıklarında cinsiyete göre büyüme ve gelişme üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma dişi ve erkek bireylerde 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Başlangıçta ortalama ağırlıkları ve total boyları 0,129±0,025 g ve 2,39±0,20 cm olan dişi ve 0,122±0,019 ve 2,39±0,14 cm olan erkek bireyler 30/50L stok yoğunluğunda kullanılmıştır. Denemede dişi (D) ve erkekler (E) ile ayrı deneme grupları oluşturularak, bu gruplar günde bir (K), bir gün aç bir gün tok (AT) ve iki gün aç bir gün tok (AAT) olarak beslenmişlerdir. Besleme doyana kadar pul yem ile yapılmıştır. Balıklarda büyüme ve gelişim 15 günde bir örnekleme (ağırlık ve total boy) ile 16 hafta boyunca takip edilmiştir. Çalışma sonunda en iyi ağırlık artışı dişi kontrol (KD) grubunda görülürken ATD grubu dişi bireylerde daha az ve AATD, KE, ATE ve AATE gruplarında ise eşit ağırlık artışları görülmüştür (P<0,05). Total boylar arasında anlamlı bir fark görülmesi de (P>0,05) en iyi total boy artışı KD ve KE gruplarında görülmüştür, diğer grupların total boy değerleri birbirlerine yakındır. Maliyet analizleri sonucunda ise en karlı besleme KD grubunda saptanmıştır. Sonuç olarak lepisteslerin ticari besiciliğinde en azından günde bir kez beslenmeleri önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: Lepistes, *Poecilia reticulata*, besleme döngüsü, büyüme performansı, maliyet analizi

Abstract: Guppy (*Poecilia reticulata*) is an ornamental fish species which regular feeding has often been applied even it cannot be done on most days for its feeding, in practice. In this study, effects of cycled starvation feeding regimes and gender on growth of guppy were investigated. The study was carried out with three replicates with male and female groups. Female guppies with mean weight of 0.129±0.025 g and mean total length of 2.39±0.20 cm and male guppies with mean weight of 0.122±0.019 g and mean total length of 2.39±0.14 cm were placed to each aquarium with 30 ind./50 L stocking density. In the experiment, female (D) and male (E) guppies were formed in separate groups, these groups were fed with once a day (K), every other day (AT) and other two days (AAT) starvation cycles. Fish were fed at satiation with flake feeds. Growth and development of fish were measured at every 15 days (weight and total length) during 16 weeks. The best weight gain was shown in female control group (KD) while lower in ATD than the KD group and equal weight gain was observed in the AATD, KE, ATE and AATE groups (P<0.05). A significant difference was not appeared between mean total lengths (P>0.05). The best total length gain was shown in KD and KE groups, and also mean total length values of other groups are close to each other. As a result of cost analysis, the most profitable feeding has been stated on KD group. In conclusion, at least once a day feeding is recommended for commercial guppy feeding.

Keywords: Guppy, *Poecilia reticulata*, feeding cycle, growth performance, cost analysis

GİRİŞ

Süs balığı üretimi dünya genelinde yükselen bir ivmeye sahiptir. FAO verilerine göre 2011 yılında akvaryum sektöründeki toplam üretimin 717 milyon \$ olduğu belirtilmiştir (FAO, 2017). Yine son 10 yılda toplam üretim değerinde ciddi bir artış görülmektedir. Canlı balık ticareti haricinde diğer yan ürünler ile birlikte dünya akvaryum sektörünün 15-30 milyar \$ seviyelerinde bir hacme ulaştığı belirtilmektedir (Çelik vd., 2014). Dünya süs balığı üretiminde meydana gelen artışa paralel olarak akvaryum sektöründe de hızlı gelişim ve değişim devam etmektedir. Modern kuluçkahane ve üretimhanelerde

gerek cama cam akvaryumlarda gerekse daha gelişmiş kapalı devre sistemlerde akvaryum balığı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu gelişmelerin sonucu olarak akvaryum sektöründe ele alınan tatlı su balıklarının yaklaşık %90'ı yetiştiricilik yolu ile sağlanmaktadır (Türkmen vd., 2011). Süs balıkları yetiştiriciliğindeki bu gelişmeler akvaryum sektöründe ele alınma potansiyeli olan birçok tür ile yapılan çalışmaların da artmasına sebep olmuştur. Süs balıklarının önemli grupları arasında canlı doğuranlar, çiklitler, labirentliler ve sazangiller bulunmaktadır (Hill ve Yanong, 2010; Karadal ve Güroy, 2015).

Çalışmada ele alınan lepistesler Poeciliidae familyasında bulunan, orijinleri Güney Amerika olan ve canlı doğuranlar grubuna ait türlerdir. Genellikle omnivor olarak beslenirler. Erkekleri renkli, dişileri ise sade olduğundan dolayı cinsiyet ayrımı kolay yapılmakta ve oldukça fazla sayıda yavru vermektedirler. Bu gibi özelliklerinden dolayı lepistes balıkları amatör akvaristler tarafından sıkça tercih edilmektedirler. Bu ilginin sonucu olarak lepistesler, pazar talebi en yüksek akvaryum balığı türleri arasındadır (Türkmen ve Alpbaz, 2001).

Sürdürülebilir ve ekonomik bir su ürünleri yetiştiriciliğinin, birçok faktörün kontrol altına alınması ile sağlanabileceği düşünülmektedir. Balıklarda sağlıklı ve normal bir gelişim kaliteli bir yem rasyonu ve ideal bir besleme stratejisi ile gerçekleştirilebilir (Karadal vd., 2017). Dolayısıyla işletmelerde basit bir yemlemeden ziyade, üreticilerin kendi tecrübeleri ve kayıtları doğrultusunda belirledikleri metotlarla sistematik bir yemleme yönetimi uygulanması gereklidir. Yemlemedeki başarı, yemlemeyi yapan personelin deneyimi ile de doğru orantılıdır. Bu kişinin balık davranışını ve balığın yem alımındaki iştahını iyi takip etmesi gerekir (Yiğit ve Çelikkol, 2011). Balıklar aşırı yemlendiği takdirde hem ekonomik hem de çevresel sorunlar meydana gelir (Talbot vd., 1999). Dolayısıyla sürdürülebilir yetiştiricilikten uzaklaşmış olur. Balıklar az yemlendiğinde ise kanibalizm ve agresiflik gibi balıkların sağlığını olumsuz etkileyen stres faktörleri ortaya çıkmaktadır (Woynarovich vd., 2011). Diğer hayvanlarda olduğu gibi balıklarda da mide, açlık tokluk oranının belirlendiği en önemli organdır. Dolayısıyla midenin doluluğu tüketilecek yemin miktarını belirlemektedir. Balıkların midelerini boşaltmaları için gerekli zaman; su sıcaklığı, balık büyüklüğü, midenin yüzey alanı, tüketilen yemin yüzey alanına, yem miktarı ve kalitesi ile değişmektedir. Bu sebeple bir türün besleme stratejisinin belirlenmesi oldukça önemlidir (Okorie vd., 2013).

Telafi büyümesi veya açlık tokluk döngüsü, yetersiz yemleme dönemi / dönemlerinin ardından doymuş yemleme dönemi izlenerek gerçekleştirilen bir besleme rejimidir. Böylece, beslenme zamanları dikkatli bir şekilde seçilerek balıkların özellikle büyüme performanslarında iyileştirilmeler hedeflenir (Zhu vd., 2004). Sınırlı yemlemeyi takiben yapılan iyileşme döneminde elde edilen ağırlık kazancı ne kadar fazlaysa, besleme rejimi o kadar başarılıdır denilebilir (Kim ve Lovell, 1995). Lepisteslerin ticari üretimlerinde günde 3-5 kez besleme programı uygulanmasına karşın hobi amaçlı bakımlarında günde bir kez beslenmeleri önerilmektedir. Pratikte ise çoğu zaman düzenli beslemenin uygulanmadığı hatta çoğu günler beslemenin yapılamadığı görülmektedir (Harpaz vd., 2005). Dolayısıyla, bu gelişigüzel besleme alışkanlığından pozitif çıktılar elde edebilmek için telafi büyümesi uygulanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, birçok balık türü ile telafi büyümesi ya da döngülü açlık tokluk besleme çalışmalarının yapılmış olmasına karşın lepistes türü üzerine benzer çalışmaların yeterince yapılmadığı görülmüştür.

Bu çalışmanın amacı, akvaryum sektöründe yaygın olan lepistes balıklarında farklı açlık tokluk döngüleri (her gün, bir gün aç bir gün tok ve iki gün aç bir gün tok) uygulanarak

yemleme isteminin sınırlandırılması ve uygulanacak rejim açısından en uygun maliyetin araştırılmasıdır. Ayrıca büyüme performansı ve maliyet parametrelerinin cinsiyet farklılıkları ön plana alınarak değerlendirmesi de yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Deneme balıkları

Çalışmada özel bir işletmeden temin edilen *Poecilia reticulata* türü lepisteslerin Alman varyetesi kullanılmıştır. Çalışma başlangıcında ortalama ağırlıkları ve total boyları $0,129 \pm 0,025$ g ve $2,39 \pm 0,20$ cm olan dişi ve $0,122 \pm 0,019$ g ve $2,39 \pm 0,14$ cm olan erkek bireyler 16 hafta boyunca farklı açlık tokluk rejimlerinde beslenerek büyüme, gelişme ve yaşama oranları araştırılmıştır. Lepistesleri beslemede TetraMin® marka pul yem kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme yeminin kimyasal kompozisyonu

Table 1. Chemical composition of experimental diet

İçerik	Pul Yem
Ham Protein (%)	46
Ham Yağ (%)	8
Ham Selüloz (%)	2
Ham Kül (%)	10
Nem (%)	6

Deneme dizaynı

Deneme, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde yürütülmüştür. Denemede dişi (D) ve erkekler (E) ile ayrı deneme grupları oluşturularak, bu gruplar günde bir (K), iki günde bir (AT) ve üç günde bir (AAT) beslenmişlerdir (Şekil 1). Tüketilmeyen yemler ortamdaki sifon yardımı ile alınmıştır. Çalışmada $47 \times 31 \times 34$ cm boyutlarında cam akvaryumlar kullanılmıştır. Her bir akvaryuma 30 adet birey konulmuştur. Deneme 3 tekrar ile 18 akvaryumda yürütülmüştür (Şekil 1). Su sıcaklığı $25,7 \pm 0,3$ °C ve fotoperiyot 14:10 saat (aydınlık:karanlık) şeklinde uygulanmıştır. Akvaryumlarda haftada 2 kez %30 oranında su değişimi yapılmıştır. Su değişiminden sonra tüm akvaryumlara sürekli havalandırılan kloruz musluk suyu ilave edilmiştir. Her akvaryumdaki çözünmüş oksijen (WTW-Oxi 315), pH (Sartorius PT-10), amonyak (HANNA C205), su sertliği (Aquamerck® 114652 toplam sertlik test kiti) ve alkalilik (Aquamerck® 111109 alkalilik test kiti) değerleri deney başlangıcında, su değişimlerinde ve deney sonunda ölçülmüştür.

Büyüme performansının belirlenmesi

Büyüme performansı verileri, iki haftada bir yapılan ağırlık, total ve standart boy ölçümleri ile elde edilmiştir. Ağırlık ölçümleri deneme başlangıcı ve deneme sonunda bireysel olarak yapılmış, ara tartımlarda ise biyomas şeklinde alınmıştır. Tartımdan önce balıklar tanklardan kepçe ile toplandıktan sonra kağıt havlu ile kurutulmuştur. Yem tüketiminin

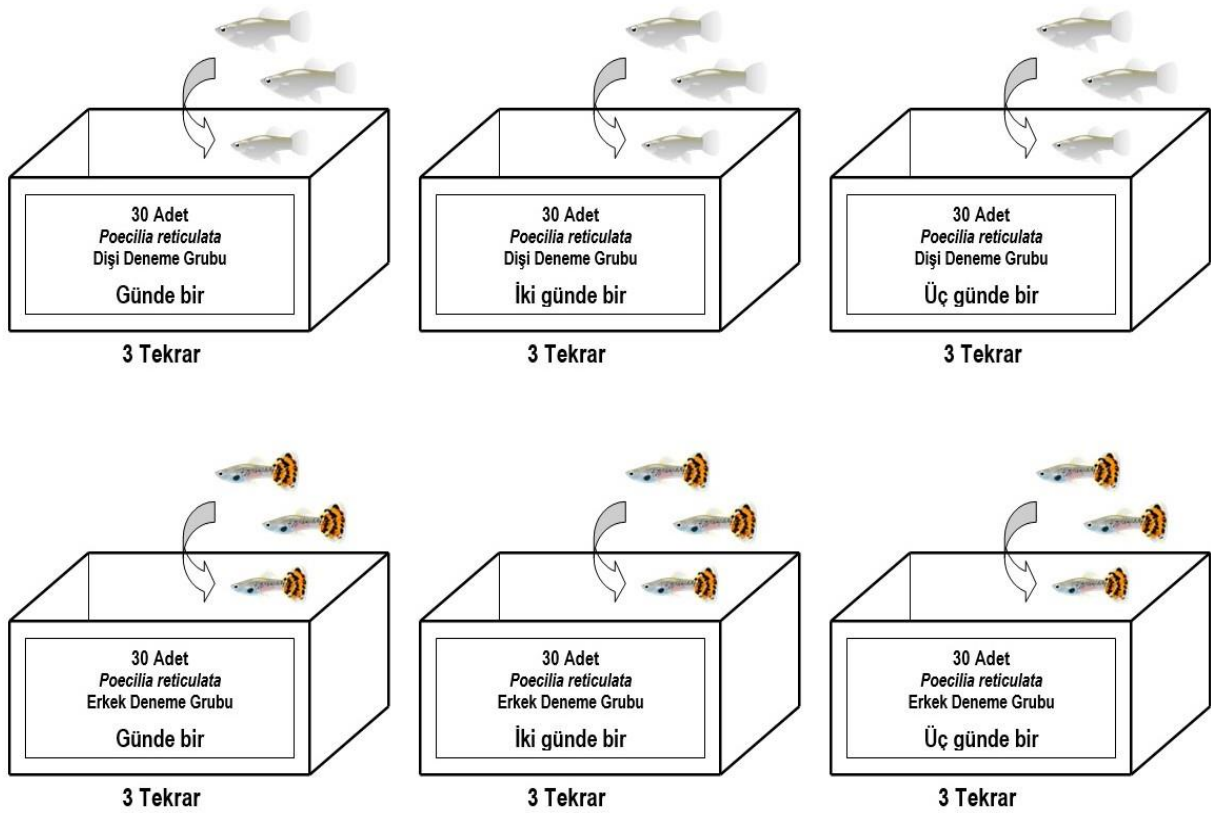
belirlenebilmesi açısından ise her ara tartımın sonunda kalan yemler tartılmıştır. Ağırlık ölçümlerinde 0,1 mg duyarlı analitik terazi (AND GR-200) kullanılmıştır. Total boy ölçümleri ise tüm balıklarda kumpas ile yapılmıştır. Ayrıca, denemeler süresince ölen balıklar tank numaralarına ve deneme gruplarına göre kaydedilerek deneme sonunda yaşama oranları tespit edilmiştir. Büyüme parametreleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında;

- Ağırlık artışı = Son Ağırlık - İlk Ağırlık

- Yem Dönüşüm Oranı = Harcanan Yem Miktarı / Ağırlık Artışı
- Spesifik Büyüme Oranı = $[(\ln \text{ Son Ağırlık} - \ln \text{ İlk Ağırlık}) / \text{Süre}] \times 100$
- Kondisyon Faktörü = $\text{Son Ağırlık} / (\text{Son Standart Boy})^3 \times 100$
- Yem Tüketimi = Verilen Toplam Yem Ağırlığı / Tanktaki Balık Sayısı
- Yaşama Oranı = $(\text{Canlı Balık} - \text{Ölen Balık}) / \text{Toplam Balık} \times 100$

formüllerinden yararlanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma düzeneği

Figure 1. Schedule of experimental design

Maliyet analizleri

Çalışmada kullanılan yemler ile balıkların büyümesi arasındaki ilişkiyi ekonomik açıdan değerlendirmek amacıyla Martinez-Llorens vd. (2007)'e göre maliyet analizi yapılmıştır. Bu bağlamda, ekonomik dönüşüm oranı ve ekonomik karlılık indeksi aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır:

- Ekonomik Dönüşüm Oranı = Yem Dönüşüm Oranı x Yem Maliyeti
- Ekonomik Karlılık İndeksi = $[(\text{Son Ağırlık} \times \text{Satış Fiyatı}) - (\text{EDO} \times \text{Ağırlık Kazanımı})]$

İstatistiksel analizler

Büyüme verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın tespitinde ise Duncan testinden yararlanılmıştır. Verilerin bilgisayar ortamında istatistiksel değerlendirilmesi Statgraphics Centurion XVI paket programıyla sağlanmış ve grafikler MS Office Excel programıyla oluşturulmuştur (Zar, 2001). Elde edilen ortalama değerler "Ortalama±Standart Hata" şeklinde verilmiştir. Tüm testlerde yanılma düzeyi $P < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Denemedeki erkek ve dişi balıklara ait büyüme performansları **Tablo 2**'de verilmiştir. Deneme sonunda en yüksek ortalama ağırlık KD grubundan elde edilirken (1,27 g), AATD grubu ile KE, ATE ve AATE gruplarının ortalama ağırlıkları istatistiksel açıdan benzerdir ($P<0,05$). Ayrıca son ortalama ağırlık değeri cinsiyet farklılığından etkilenmiştir ($P=0,0154$). Ağırlık artışında son ortalama ağırlıktaki gibi benzer istatistiksel değişimler görünmesine rağmen hem açlık tokluk döngüsü hem de cinsiyet farklılığından etkilendiği sonucuna varılmıştır ($P=0,0353$ ve $P=0,0098$). Balıkların son ortalama total boylarında herhangi bir istatistiksel farklılık ortaya çıkmamış olsa da ($P>0,05$) yine en yüksek değer KD grubunda (4,77 cm) tespit edilmiştir. Son ortalama standart boy verilerine göre, istatistiksel açıdan gruplar arasında en düşük ve en yüksek büyüme oranları sırasıyla AATE (2,54 cm) ve KD (3,77 cm) gruplarında görülmüştür ($P<0,05$). Bunun dışında grupların son ortalama standart boyları hem açlık tokluk döngüsü hem de cinsiyet farklılığından etkilenmiştir ($P=0,0113$ ve $P=0,0031$). Grupların yaşama oranları yalnızca açlık tokluk döngüsünden etkilenmiş ($P=0,0002$) ve K gruplarında beslenenlerde en yüksek, AAT gruplarında ise en düşük değerler bulunmuştur ($P<0,05$). KD ve ATD gruplarının spesifik büyüme oranları diğer gruplara nazaran daha yüksek olmakla birlikte bu gruplar arasında da istatistiksel farklılık ortaya çıkmıştır ($P<0,05$). Bununla birlikte spesifik büyüme oranlarının açlık tokluk döngüsü ve cinsiyet farklılığı yönlerinden de etkilendiği saptanmıştır ($P<0,05$). ATE grubunda en yüksek

yem dönüşüm oranı (2,06) bulunurken, KD grubunda (1,28) bu değer istatistiksel anlamda en düşük seviyededir ($P<0,05$). Ayrıca yem dönüşüm oranının cinsiyet farklılığından etkilendiği bulunmuştur ($P<0,05$). Grupların yem tüketimi ve kondisyon faktörü parametreleri arasında herhangi bir istatistiksel farklılığa rastlanmamıştır ($P>0,05$).

Deneme süresince haftalık ağırlık değişimi **Şekil 2**'te verilmiştir. Her gün beslenen dişilerin (KD) ağırlıklarının 2. haftadan itibaren diğer gruplara oranla daha yüksek bir ivmeyle arttığı görülmüştür. Total ve standart boyların deneme boyunca haftalık değişimleri sırasıyla **Şekil 3** ve **Şekil 4**'te sunulmuştur. Grupların total boyları arasındaki değişimlerin yakın seviyelerde oluşmasına rağmen standart boylarda yine 2. haftadan itibaren daha fazla artış gözlenmiştir. Dişi deneme gruplarından alınan ortalama yavru sayılarının 2 haftalık değişimleri ise **Şekil 5**'te sunulmuştur.

Deneme sonundaki maliyet analizleri **Tablo 3**'te sunulmuştur. Bu analizlere göre, ekonomik dönüşümü en yüksek grup ATE grubu iken en düşük grup ise KD grubudur ($P>0,05$). Karlılık açısından ise KD grubu istatistiksel olarak, ATD grubu dışındaki diğer tüm gruplardan daha üstündür ($P<0,05$). Maliyet analizlerindeki her iki parametre cinsiyet farklılıklarından etkilenmiştir ($P<0,05$).

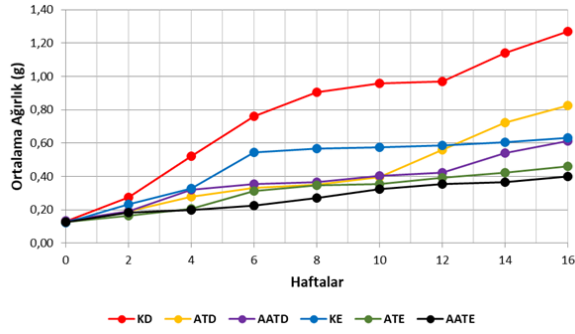
Çalışma boyunca su kriterleri; çözünmüş oksijen $8,42\pm0,27$ mg/L, pH için $7,91\pm0,18$ amonyak için $0,05\pm0,02$ mg/L, nitrit için $0,02\pm0,01$ mg/L, alkalinite için $87,09\pm4,64$ mg/L, sertlik için $121,39\pm5,88$ mg/L olarak kaydedilmiştir.

Tablo 2. Dişi ve erkek lepişteslerin 16 hafta sonundaki büyüme performansları
Table 2. Growth performance of female and male guppies after 16 weeks

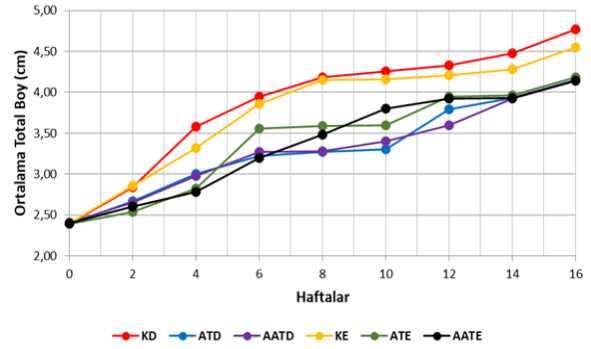
Parametreler	Dişi			Erkek			Çift Yönlü ANOVA		
	K	AT	AAT	K	AT	AAT	Döngü	Cinsiyet	Etkileşim
İlk ortalama ağırlık	0,13±0,03	0,13±0,02	0,13±0,03	0,12±0,02	0,13±0,02	0,13±0,02	0,9833	0,7606	0,9927
Son ortalama ağırlık	1,27±0,32 ^b	0,83±0,08 ^{ab}	0,61±0,08 ^a	0,63±0,12 ^a	0,46±0,01 ^a	0,40±0,05 ^a	0,0582	0,0154	0,3968
Ağırlık artışı	1,41±0,29 ^b	0,70±0,05 ^{ab}	0,48±0,05 ^a	0,51±0,10 ^a	0,33±0,01 ^a	0,28±0,03 ^a	0,0353	0,0098	0,3218
İlk ortalama total boy	2,39±0,20	2,39±0,21	2,41±0,21	2,40±0,14	2,39±0,20	2,40±0,19	0,9968	0,9918	0,9995
Son ortalama total boy	4,77±0,34	4,15±0,19	4,14±0,22	4,55±0,15	4,18±0,13	4,14±0,13	0,0775	0,7238	0,8026
İlk ortalama standart boy	1,98±0,17	2,00±0,18	2,02±0,18	1,89±0,03	1,88±0,05	1,92±0,04	0,9648	0,3492	0,9946
Son ortalama standart boy	3,77±0,17 ^d	3,29±0,15 ^{cd}	3,00±0,08 ^{abc}	3,09±0,24 ^{bc}	2,70±0,07 ^{ab}	2,54±0,13 ^a	0,0113	0,0031	0,7710
Yaşama oranı (%)	91,67±1,67 ^c	76,67±3,33 ^b	61,67±1,67 ^a	91,67±5,00 ^c	80,00±3,33 ^b	60,00±3,33 ^a	0,0002	0,8417	0,7484
Spesifik büyüme oranı	2,03±0,05 ^a	1,66±0,08 ^d	1,37±0,05 ^{bc}	1,46±0,03 ^{cd}	1,16±0,13 ^{ab}	1,04±0,05 ^a	0,0009	0,0002	0,2967
Yem dönüşüm oranı	1,28±0,12 ^a	1,54±0,34 ^{ab}	1,58±0,36 ^{ab}	1,88±0,15 ^{ab}	2,06±0,03 ^b	2,00±0,01 ^{ab}	0,5538	0,0281	0,9189
Yem tüketimi	0,59±0,13	0,53±0,03	0,50±0,14	0,46±0,14	0,65±0,06	0,55±0,05	0,7605	0,8883	0,4692
Kondisyon faktörü	2,31±0,28	2,33±0,11	2,24±0,12	2,12±0,08	2,33±0,07	2,44±0,06	0,6340	0,9646	0,4315

*K: Kontrol (her gün), AT: Bir gün aç bir gün tok, AAT: İki gün aç bir gün tok

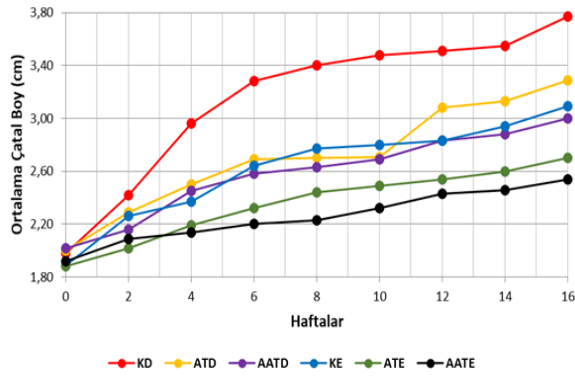
*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır ($P<0,05$)



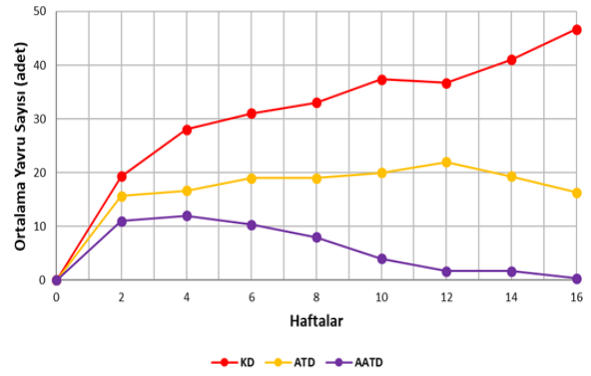
Şekil 2. Deneme gruplarının 16 hafta boyunca ortalama ağırlıkları
Figure 2. Mean weights of experimental groups during 16 weeks



Şekil 3. Deneme gruplarının 16 hafta boyunca ortalama total boyları
Figure 3. Mean total lengths of experimental groups during 16 weeks



Şekil 4. Deneme gruplarının 16 hafta boyunca ortalama standart boyları
Figure 4. Mean fork lengths of experimental groups during 16 weeks



Şekil 5. Dişi deneme gruplarının 16 hafta boyunca ortalama yavru sayıları
Figure 5. Mean offspring counts of female experimental groups during 16 weeks

Tablo 3. Dişi ve erkek lepisteslerin 16 hafta sonundaki maliyet analizleri
Table 3. Economical analysis of female and male guppies after 16 weeks

Parametreler	Dişi			Erkek			Çift Yönlü ANOVA		
	K	AT	AAT	K	AT	AAT	Döngü	Cinsiyet	Etkileşim
Ekonomik dönüşüm oranı	0,038±0,004 ^a	0,046±0,010 ^{ab}	0,047±0,011 ^{ab}	0,056±0,005 ^{ab}	0,062±0,001 ^b	0,060±0,001 ^{ab}	0,5538	0,0281	0,9189
Ekonomik karlılık indeksi	1,23±0,30 ^b	0,79±0,08 ^{ab}	0,59±0,07 ^a	0,60±0,12 ^a	0,44±0,01 ^a	0,38±0,05 ^a	0,0569	0,0145	0,3838

*K: Kontrol (her gün), AT: Bir gün aç bir gün tok, AAT: İki gün aç bir gün tok
-Yemin kg fiyatı tüm deneme grupları için 30 ₺ olarak alınmış ve g değeri kullanılmıştır.
-Lepistes türünün g fiyatı 1 ₺ olarak alınmıştır.
*Aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (P<0,05)

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, akvaryum sektöründe pazar talebi oldukça yüksek olan lepistes türü kullanılmış ve cinsiyete bağlı olarak farklı açlık tokluk döngüleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en iyi ağırlık ve boy artışı her gün beslenen dişi lepisteslerde ortaya çıkmıştır. Çalışma bulgularına göre, erkek lepisteslerin

her gün, iki günde bir ya da üç günde bir beslenmesi istatistiksel anlamda herhangi bir önem taşımamaktadır. Ayrıca, her gün beslenen erkeklerin ancak üç günde bir beslenen dişiler kadar büyüyebildiği ortaya konulmuştur. Her gün beslenen dişilerin ise hem yavru verimi hem de karlılık açısından en yüksek değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Dolayısıyla lepisteslerin, düzgün bir besleme rejimiyle çok kolay bir biçimde

büyüdükleri ve üredikleri söylenebilir. Ayrıca lepestesler canlı doğuran balıklar oldukları için yavrular, su ortamında yumurta gibi hassas bir evrede bulunmazlar. Fakat ebeveynler aç kaldıkları zaman yavrular için predatör tehlikesi oluşturlar (Krause ve Liesenjohn, 2012). Düzenli bir besleme rejimi sağlandığı takdirde ise yavrularını yemezler ve böylece üreme verimliliğinde artış görülür.

Royle vd. (2006) lepesteslerle yaptıkları besleme döngüsü çalışmasında üç farklı deneme grubu oluşturmuşlardır. GG grubunu çalışma boyunca her gün, PG grubunu çalışmanın ilk yarısında haftada üç kez diğer yarısında her gün, PP grubunu ise çalışma boyunca haftada üç kez beslemişlerdir. PG grubundaki bireylerin, denemenin ilk yarısında PP grubu kadar yavaş büyüdüklerini, ancak her gün beslemeye geçildiğinde ise deneme sonunda boyut bakımından PG grubu erkeklerinin GG grubundaki erkekleri tamamen, PG dişilerinin ise GG dişilerini hemen hemen yakaladıkları bildirilmiştir. James ve Sampath (2003) 0,04 g ağırlık ve 13,10 mm total boya sahip kılıçkuyruklarda (*Xiphophorus helleri*) üç günde bir, iki günde bir, günde bir, günde iki ve günde üç kez uygulanan besleme döngülerinin büyüme ve üreme performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. 210 gün süren çalışmanın sonucunda en yüksek büyüme günde üç kez beslenen grupta görülmüştür. Ayrıca, gonad ağırlığı ve gonadosomatik indeks gibi üreme parametrelerinin besleme ile doğru orantılı olarak arttığını belirtmişlerdir. Günde üç kez beslenen gruptan toplam 704 yavru elde edilirken, iki gün aç bir gün tok beslenen gruptan yalnızca 8 yavru alındığını bildirmişlerdir. Lepistes türü ile yürütülen bu çalışmada ise dişi ve erkek balıklar deneme süresince ayrı akvaryumlarda tutulmasına rağmen dişilerin yavru bıraktıkları görülmüştür. Başlangıçta aynı akvaryumda bulunan dişi ve erkek balıkların daha sonra deneme amaçlı ayrı akvaryumlara dağıtılmasıyla birlikte lepesteslerin sperm depolama özellikleri sayesinde yavru bıraktıkları düşünülmektedir. Aral ve Şahin (2015) dişi lepesteslerin 9 ay boyunca sperm depolayabildiklerini ve yavru bırakabildiklerini bildirmişlerdir. Bu denemede, KD grubundan ortalama 273,33±9,53 adet, ATD grubundan 147,33±11,05 adet ve AATD grubundan ise 48,67±4,81 adet yavru alınmıştır. Lepisteslerde açlık stresi hem yavru verimliliğini azaltan hem de kanibalizmi arttıran önemli bir faktördür (Meffe ve Vrijenhoek, 1981). Auer vd. (2010) lepesteslerle yaptıkları çalışmada, telafi büyümesinin üreme performansına negatif etkileri olduğunu bildirmişler ve yavru üretiminin kontrol grubuna göre %20 azaldığını ortaya koymuşlardır. Dolayısıyla bu denemenin çıktıları, canlı doğuran türleriyle yapılan önceki çalışmaların sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Diğer akvaryum balıklarında besleme döngülerinin büyüme performansı üzerine etkilerini araştıran çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. James ve Sampath (2004) 0,45 g ağırlık ve 14,43 mm total boya sahip beta (*Betta splendens*) balıklarını 77 gün boyunca iki gün aç bir gün tok, bir gün aç bir gün tok, her gün, günde iki kere ve günde üç kere beslemişlerdir. Bu türde günde iki kere beslemenin optimum olduğu sonucuna varmışlardır. Fujimoto vd. (2016) melek balıklarıyla

(*Pterophyllum scalare*) yaptıkları çalışmada, günde bir, günde iki ve günde dört kere olmak üzere kontrol gruplarını haftanın her günü, diğer grupları ise haftada üç defa ticari bir yem ile beslemişlerdir. Günde dört kere beslenen telafi büyümesi grubunun ancak günde iki kere beslenen kontrol grubu kadar büyüebildiklerini bildirmişlerdir. Kasiri et al. (2011) aynı türün 0,87 g ağırlığa sahip bireyleri üzerine yürüttükleri çalışmada günde iki ve dört defa beslenen gruplarda ortalama son ağırlıkların ve spesifik büyüme oranlarının diğer gruplara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. En yüksek yem dönüşüm oranına sahip olan grubun günde dört defa beslenenler olduğu ve grupların yaşama oranları ile kondisyon faktörleri arasında herhangi bir istatistiksel farklılık olmadığı ortaya konulmuştur. Çalışmada en düşük büyüme performansının bir gün aç bir gün tok olarak beslenen grupta görüldüğü bildirmiştir. Bu çalışmaya benzer bir sonuç, Montajami et al. (2012) tarafından Teksas çiklitlerde (*Herichthys cyanoguttatus*) yürütülen araştırmada rapor edilmiştir. Genel olarak diğer akvaryum türleriyle yapılan tüm bu çalışmalarda balıkların her gün beslenmesi gerektiği ve düzenli bir besleme olmadığı takdirde mortaliteye kadar uzanan olumsuz durumların ortaya çıktığı üzerinde durulmuştur.

Telafi büyümesi, özellikle akvaryum köpek balığı olarak bilinen pangasius türleri üzerinde de çalışılmıştır. Rohul Amin vd. (2005) *Pangasius hypophthalmus* türüyle yaptıkları çalışmada, 38,5 g ağırlığa sahip balıkları 18 hafta boyunca dört farklı rejimde beslenmişlerdir. A grubu her gün iki kez, B grubu bir gün aç bir gün tok, C grubu iki gün aç iki gün tok ve D grubu beş gün aç beş gün tok şeklinde deneme grupları oluşturulmuştur. Sonuçta balıkların son vücut ağırlıkları ve kondisyon faktörleri besleme azaldıkça düşerken spesifik büyüme oranlarında artış görüldüğü bildirilmiştir. Jiwyan (2010) ise *P. bocourti* türünde yem dönüşüm oranının açıklıkla birlikte yükseldiği sonucuna varmıştır. Bu çalışmalarda telafi büyümesi ile beslenen balıklar kontrol grubunun büyüme performansını yakalayamamış ve sonuçları bizim bulgularımızla paralellik göstermiştir. Fakat yine çeşitli kedi balıkları türleriyle yapılan bazı çalışmalarda telafi büyümesinin olumlu etkilerinden söz edilmektedir. Zhu vd. (2004) *Leiocassis longirostris* türünde kontrol grubunu günde iki kez, telafi büyümesi grubunu bir hafta aç iki hafta tok şeklinde 12 hafta boyunca beslemişlerdir. Deneme sonunda büyüme performansı açısından telafi büyümesi grubunun kontrol grubunu %75-80 oranında yakaladığını belirtmişlerdir. Chatakondı ve Yant (2001) 2,5 g ağırlığa sahip kanal yayın balıklarını (*Ictalurus punctatus*) 10 hafta boyunca her gün, bir gün aç bir gün tok, iki gün aç bir gün tok ve üç gün aç bir gün tok şeklinde beslemişlerdir. Deneme bitiminde her gün beslenen balıklar 26 g, dört günde bir beslenenler ise 30 g ağırlığa ulaşmışlardır. Bu çalışma sonucunda, periyodik besleme yapılmayan günlerin tetiklediği telafi büyümesinin, büyüme hızını ve yem tüketimini artırabileceği bildirilmiştir. Kim ve Lovell (1995) yine aynı türün 41 g ağırlığındaki bireyleriyle yaptıkları çalışmada dört farklı deneme grubu oluşturmuşlar ve telafi büyümesi gruplarını dört günde bir kez yemlemişlerdir. 18 hafta süren denemede FF grubu kontrol olarak her gün, 3W grubu ilk üç hafta boyunca telafi rejimiyle, 6W grubu ilk altı hafta

boyunca telafi rejimiyle ve 9W grubu ise ilk dokuz hafta boyunca telafi rejimiyle beslenmişlerdir. Deneme bitiminde grupların son ağırlıkları FF, 3W, 6W ve 9W grupları için sırasıyla 560, 570, 510 ve 495 g olarak kaydedilmiştir. Yine bu çalışmada da büyüme performansı bakımından telafi gruplarının kontrol grubunu yakaladığı ve hatta bir grubun geçtiği tespit edilmiştir.

Akvaryum balıklarında maliyet analizlerini araştıran bazı çalışmalar yürütülmüştür. Fujimoto vd. (2016) melek balıklarını (*P. scalare*) haftada beş gün ve haftanın her günü beslenmişlerdir. Yaptıkları maliyet analizleri sonucunda ise haftada her gün beslemenin büyüme parametrelerine bağlı olarak daha karlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Silva vd. (2007) paku (*Colossoma maropomum*) balıklarıyla yaptıkları besleme döngüsü çalışmasında büyüme ve maliyet üzerine olan etkileri incelemişlerdir. Balıkları her gün iki ve üç öğün, vücut ağırlıklarının %5 ve %10'u oranında besledikten sonra, en iyi büyümeyi üç öğün %10 oranıyla beslenen grupta bulmuşlardır. Fakat bu grubun 2 öğün beslenenlere oranla daha maliyetli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak, büyüme performansı ve maliyet analizi parametrelerini birlikte değerlendirerek, iki öğün beslemenin daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır. Yapılan bu çalışmada ise lepistesler için ideal bulunan besleme döngüsü maliyet açısından da daha karlı bulunmuştur.

Sonuç olarak, akvaryum balıkları üretiminde önemli kriterlerden biri de iyi bir besleme yönetiminin uygulanmasıdır.

KAYNAKÇA

- Arslan, O. & Şahin, D. (2015). Sperm storage and sperm reserve usage in female guppy (*Poecilia reticulata*). *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, 1:161-164.
- Auer, S.K., Arendt, J.D., Chandramouli, R. & Reznick, D.N. (2010). Juvenile compensatory growth has negative consequences for reproduction in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). *Ecology Letters*, 13:998-1007. doi: [10.1111/j.1461-0248.2010.01491.x](https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01491.x)
- Chatakond, N.G. & Yant, R.D. (2001). Application of compensatory growth to enhance production in channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(3):278-285. doi: [10.1111/j.1749-7345.2001.tb00451.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2001.tb00451.x)
- Çelik, İ., Çelik, P. & Şahin, T. (2014). The current situation of the aquarium sector, problems and suggestions for solutions (in Turkish). In: Proceedings of I. National Aquarium Fisheries and Issues Workshop. Emre, Y., Türkmen, G. (Eds.), 30-31 October 2014, Antalya, Turkey, pp. 11-19.
- FAO. (2017). Food and Agriculture Organization Statistics <faostat.fao.org>, (Access Date: 25.07.2017).
- Fujimoto, R.Y., Santos, R.F.B., Dias, H.M., Ramos, F.M., Silva, D.J.F. & Honorato, C.A. (2016). Feeding frequency on the production viability of production and quantitative descriptors of parasitism in angelfish. *Ciência Rural*, 46(2):304-309. doi: [10.1590/0103-8478cr20141704](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141704)
- Harpaz, S., Slosman, T. & Segev, R. (2005). Effect of feeding guppy fish fry (*Poecilia reticulata*) diets in the form of powder versus flakes. *Aquaculture Research*, 36(10):996-1000. doi: [10.1111/j.1365-2109.2005.01308.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01308.x)
- Hill, J.E. & Yanong, R.P.E. (2010). Freshwater ornamental fish commonly cultured in Florida. University of Florida IFAS Extension, Circular 54, 5 p.
- James, R. & Sampath, K. (2003). Effects of meal frequency on growth and reproduction in the ornamental red swordtail, *Xiphophorus helleri*. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 55(3):197-207.
- James, R. & Sampath, K. (2004). Effect of feeding frequency on growth and fecundity in an ornamental fish, *Betta splendens* (Regan). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 56(2):138-147.
- Jiwyam, W. (2010). Growth and compensatory growth of juvenile *Pangasius bocourti* Sauvage, 1880 relative to ration. *Aquaculture*, 306:393-397. doi: [10.1016/j.aquaculture.2010.05.005](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.05.005)
- Karadal, O. & Güroy, D. (2015). Effect of albinism on reproductive performance on cichlid fish: Example of powder blue and snow white (*Pseudotropheus socolofi*) cichlids (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32(3):159-163. doi: [10.12714/egjfas.2015.32.3.06](https://doi.org/10.12714/egjfas.2015.32.3.06)
- Karadal, O., Güroy, D. & Türkmen, G. (2017). Effects of feeding frequency and *Spirulina* on growth performance, skin coloration and seed production on kenya cichlids (*Maylandia lombardoi*). *Aquaculture International*, 25(1):121-134. doi: [10.1007/s10499-016-0017-x](https://doi.org/10.1007/s10499-016-0017-x)
- Kasiri, M., Farahi, A. & Sudagar, M. (2011). Effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Forum*, 2(2):97-102.
- Kim, M.K. & Lovell, R.T. (1995). Effect of restricted feeding regimens on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Aquaculture*, 135:285-293. doi: [10.1016/0044-8486\(95\)01027-0](https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)01027-0)
- Krause, E.T. & Liesenjohann, T. (2012). Predation pressure and food abundance during early life alter risk-taking behaviour and growth of guppies (*Poecilia reticulata*). *Behaviour*, 149(1):1-14. doi: [10.1163/156853912X623748](https://doi.org/10.1163/156853912X623748)

- Martínez-Llorens, S., Vidal, A.T., Moñino, A.V., Torres, M.P. & Cerdá, M.J. (2007). Effects of dietary soybean oil concentration on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*, 38(1):76-81. doi: [10.1111/j.1365-2109.2006.01636.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01636.x)
- Meffe, G.K. & Vrijenhoek, R.C. (1981). Starvation stress and intraovarian cannibalism in livebearers (Atheriniformes: Poeciliidae). *Copeia*, 1981(3):702-705. doi: [10.2307/1444578](https://doi.org/10.2307/1444578)
- Montajami, S., Vajargah, M.F., Hajiahmadyan, M., Zarandeh, A.S.H., Mirzaie, F.S. & Hosseini, S.A. (2012). Assessment of the effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of Texas cichlid larvae (*Herichthys cyanoguttatus*). *Journal of Fisheries International*, 7(2):51-54.
- Okorie, O.E., Bae, J.Y., Kim, K.W., Son, M.H., Kim, J.W. & Bai, S.C. (2013). Optimum feeding rates in juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus*, at the optimum rearing temperature. *Aquaculture Nutrition*, 19:267-277. doi: [10.1111/j.1365-2095.2012.00956.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00956.x)
- Rohul Amin, A.K.M., Bapary, M.A.J., Islam, M.S., Shahjahan, M. & Hossain, M.A.R. (2005). The impacts of compensatory growth on food intake, growth rate and efficiency of feed utilization in Thai pangas (*Pangasius hypophthalmus*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(5):766-770. doi: [10.3923/pjbs.2005.766.770](https://doi.org/10.3923/pjbs.2005.766.770)
- Royle, N.J., Metcalfe, N.B. & Lindström, J. (2006). Sexual selection, growth compensation and fast-start swimming performance in Green Swordtails, *Xiphophorus helleri*. *Functional Ecology*, 20:662-669. doi: [10.1111/j.1365-2435.2006.01147.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2006.01147.x)
- Silva, C.R., Gomes, L.C. & Brandão, F.R. (2007). Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. *Aquaculture*, 264(1):135-139. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.12.007](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.007)
- Talbot, C., Corneillie, S. & Korsøen, Ø. (1999). Pattern of feed intake in four species of fish under commercial farming conditions: implications for feeding management. *Aquaculture Research*, 30(7):509-518. doi: [10.1046/j.1365-2109.1999.00369.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.1999.00369.x)
- Türkmen, G. & Albaz, A. (2001). Studies on aquarium fish imported to Turkey and the results (in Turkish with English abstract). *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3-4):483-493.
- Türkmen, G., Bulguroğlu, S.Y. & Aydoğan, G. (2011). Bring in some native osteichthyes marine fish species in Turkey to the marine aquarium (in Turkish with English abstract). *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(3):95-98.
- Woyanovich, A., Hoitsy, G. & Moth-Poulsen, T. (2011). Small-scale rainbow trout farming, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 561, Rome, Italy, 81 p.
- Yiğit, M. & Çelikkol, B. (2011). Feeding strategy in aquaculture (in Turkish with English abstract). *Sünder Su Ürünleri Dergisi*, 43/48:39-45.
- Zar, J.H. (2001). Biostatistical analysis, 4th edn, Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA, 663 p.
- Zhu, X., Xie, S., Zou, Z., Lei, W., Cui, Y., Yang, Y. & Wootton, R.J. (2004). Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassius auratus gibelio*, and Chinese longsnout catfish, *Leiostomus xanthurus*, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding. *Aquaculture*, 241:235-247. doi: [10.1016/j.aquaculture.2004.07.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.07.027)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Çamaltı Tuzlasının (Sasalı/İzmir) alg florası ve mevsimsel değişimleri

The seasonal changes and algal flora of Çamaltı Saltworks (Sasalı / İzmir)

Edis Kuru^{1*} • Mustafa Deniz²

¹ Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 35100, Bornova, İzmir

² İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Çiğli, İzmir

* Corresponding author: edis.kuru@ege.edu.tr

Received date: 20.07.2017

Accepted date: 30.10.2017

How to cite this paper:

Kuru, E. & Deniz, M. (2017). The seasonal changes and algal flora of Çamaltı Saltworks (Sasalı / İzmir). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):431-442. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.10](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.10)

Öz: Bu araştırma İzmir Çamaltı tuzlası ekosisteminde dağılım gösteren alglerin belirlenmesi amacıyla 2015 yılında, 8 istasyonda mevsimsel ve aylık örneklemeler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda; Çamaltı tuzlası deniz alglerinden Cyanophyceae sınıfına ait 4, Chlorophyceae sınıfına ait 7, Bacillariophyceae 11 takson, Phaeophyceae sınıfına ait 3 takson, Rhodophyceae sınıfına ait 3 takson ve Monocots sınıfına ait 1 takson olmak üzere toplam 29 takson belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ege denizi, Çamaltı tuzlası, alg, Dunaliella, İzmir, Türkiye

Abstract: This research was carried out in 2015 with the aim of determining the algae distributed in İzmir Çamaltı saltworks ecosystem by making seasonal and monthly sampling in 8 stations. At the end of study; in total, 29 taxa including; 4 taxa belonging to Cyanophyceae class, 7 taxa including to Chlorophyceae class, 11 belonging to Bacillariophyceae class, 3 belonging to Phaeophyceae class, 3 taxa including to Rhodophyceae class and 1 taxa including to Monocots classis were determined.

Keywords: Aegean sea, Çamaltı Saltworks, Algae, Dunaliella, İzmir, Turkey

GİRİŞ

Sulak alanlar, yeryüzünün biyolojik, endüstriyel, sosyolojik olarak verimli ve en üretken ekosistemlerini oluşturmaktadır. Bu alanlar, yöre insanlarına ve ülkenin geneline geniş yelpazede (ekonomik, sosyolojik, kültürel, turizm vb.) hizmet veren oldukça karmaşık doğal sistemlerdir ve yeryüzündeki başka hiçbir ekosistemle karşılaştırılmayacak ölçüde işlev ve değerlere sahiptir. Türkiye'nin de taraf olduğu Ramsar Sözleşmesi'nde sulak alanların tanımı; "Doğal ya da yapay, sürekli ya da mevsimsel, tatlı, acı ya da tuzlu, durgun ya da akan su kütleleri, nehir ve göller, bataklıklar, turbalıklar ve gelgitin çekilmiş anında derinliği altı metreyi aşmayan deniz suları" olarak tanımlanmaktadır (Pritchard, 2010). Sulak alan kapsamında değerlendirilen yüksek tuzlulukta ki kıyusal deniz tuzlaları, birincil üretim ve ekolojik özellikleri bakımından tüm Dünyada ve Akdeniz havzasındaki önemli biyolojik kaynaklardan bazılarıdır (Korovevski ve Lekkas, 2000; UNEP, 2013). Deniz kaynaklı Tuzlalar aynı zamanda mineral maden, su ürünleri, ekoturizm, rüzgâr ve güneş enerjisi, biyomas ve biyoteknolojik bakımından son derece önemli ekonomik potansiyele sahip ekosistemlerdir (Cheng, 1991; Borowitzka, 1997). Sulak alan özelliklerine sahip olan ve Gediz Deltası sınırları içerisinde bulunan İzmir Çamaltı Tuzlası, Gediz

Deltası'nın yaklaşık 20.400 km²'lik kısmının 1998 yılında Bakanlar Kurulu kararıyla Ramsar Sözleşmesi Listesi'ne dahil edilmesiyle "Uluslararası Öne Sahip Sulak Alan" kapsamına alınmıştır. Ramsar statüsü dışında da bölgenin 1981 yılından beri 'Sit Alanı' statüsü bulunmaktadır. Oluşturulan "Sulak Alan Yönetim Planı" 2007 yılında tamamlanarak uygulamaya başlanmıştır. Ramsar Sözleşmesi kapsamındaki İzmir Çamaltı Tuzlası işletmesi 32.382.000 m² alandaki çeşitli hacimdeki buharlaştırma havuzları ve 3.148.491 m² alana yaygın 77-78 adet kristalizasyon havuzu ile İzmir Kuş Cennetiyle birlikte, Türkiye'nin önemli sulak alanlarından biridir. Aynı zamanda Türkiye'nin tuz ihtiyacının %35-40'ını karşılayan, 2 adet deniz kaynaklı tuz üretim alanından, en büyük tek tuzlasıdır. Coğrafi olarak 38° 30 dk. 18 sn. Kuzey, 26° 54 dk. 55 sn. Doğu koordinatlarında, İzmir ili Sasalı beldesi, Çiğli ilçesindedir (Şekil 1).

Bu çalışmada, İzmir Çamaltı tuzlası ekosistemi kıyı littoral bölgeyle, tuz üretim parsellerindeki biyolojik (algler), fiziksel, kimyasal ve su kalite özelliklerinin belirlenmesi ve daha sonra yapılacak olan çalışmalarda kullanılmak üzere bir veri tabanı oluşturması amaçlanmıştır.



Şekil 1. Çamaltı tuzlası (Sasalı-İzmir). (Google Earth, www.google.com/intl/tr/earth/)
Figure 1. Çamaltı saltworks (Sasalı-İzmir). (Google Earth, www.google.com/intl/tr/earth/)

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı

Çalışma, 2015 yılında, İzmir Çamaltı tuzlası ekosisteminde 8 istasyonda mevsimsel ve aylık örneklemelerle yürütülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2. İzmir Çamaltı Tuzlası ve örnekleme yapılan istasyonlar (Google Earth, <https://www.google.com/intl/tr/earth/>)
Figure 2. İzmir Çamaltı Saltworks and sampling stations (Google Earth, <https://www.google.com/intl/tr/earth/>)

Fitoplankton Örnekleme ve Teşhisi

Ekosistemindeki fitoplankton tür çeşitliliğini ve yoğunluğunu belirlemek için her bir örnekleme havuzundan kıyı ve merkez olmak üzere iki noktadan çekim yapılarak, yüzey su filminin

altından da 1 L su örneği alınmıştır. Laboratuvara getirilen örnekler I-KI (lügol) çözeltisi ilave edilerek 1 L hacme sahip cam mezürlerde 24 saat çöktürülmüş ve son hacim 100 ml'ye ayarlanarak saklanmıştır. Fitoplankton örneklerinin tür kompozisyonunu belirlemek için ise belirlenen istasyonlardan

45µm göz açıklığına sahip plankton kepçesiyle yüzeyden yatay çekim yapılarak örnek alınmıştır. Örnekler %4'lük formaldehit solüsyonu ilave edilerek tespit edilmiştir. Alg taksonlarının tayininde Bourrelly (1968, 1970); Bourrelly ve Couté (1991); Hecky ve Kilham (1973); Oren (2005); Koray vd. (2007); Ak (2008); Nagasathya ve Thajuddin (2008); Yurga (2015) gibi araştırmacıların eserlerinden yararlanılmıştır.

Taksonların güncel isimleri ve sistematik kategorileri Algaebase, WoRMS (World Register Marine Species), LPSN (List of Prokaryotic names with standing in nomenclature) ve Plankweb (Check-list of Turkish Seas Microplankton) veri tabanından kontrol edilmiştir (Yurga, 2015). Taksonların nispi bolluk dereceleri belirlenmiş ve baskın (■), yarı baskın (▲) ve mevcut (+) olarak sınıflandırılmıştır.

Fiziksel Ölçümler

Su sıcaklığı (T: °C), toplam çözünmüş oksijen(mg/L), tuzluluk (S:ppt), pH gibi analitik değerler için HI98194 model multiparametre ölçüm cihazı ve Atago Brix 32 tuzluluk reflaktometresi, in situ olarak kullanılmıştır.

Kimyasal Analizler

Örneklem istasyonlarından alınan su numunelerinin analizleri örneklemeyi izleyen ilk 24 saat içerisinde yapılmıştır. Analizlerde, Standarts Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association (APHA), metotları uygulanmıştır (APHA, 1992).

BULGULAR

Biyolojik Bulgular

Çamaltı tuzlası ekosisteminde 6 sınıfa ait 29 takson belirlenmiştir. Belirlenen taksonların 4 tanesi Cyanophyceae (%13,79), 7 tanesi Chlorophyceae (%24,13), 11 tanesi Bacillariophyceae (%37,93), 3 tanesi Phaeophyceae (%10,34), 3 tanesi Rhodophyceae (%10,34), 1 tanesi Monocots (%3,44) sınıflarına aittir. Takson listesi Tablo 2'de verilmiştir. Ekosistemde en fazla takson sayısı Bacillariophyceae ve Chlorophyceae sınıflarına aittir. Bu sınıfları sırasıyla Cyanophyceae, Rhodophyceae, Phaeophyceae ve tek tür ile Monocots takip etmektedir. Çamaltı tuzlası ekosisteminde 6 büyük alg sınıfına ait organizmaların aylık değişimi Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Çamaltı tuzlasında 2015 yılında tespit edilen algler ve aylara göre dağılımı (Taksonların nispi bolluk dereceleri; baskın (■), yarı baskın (▲) ve mevcut (+) olarak ifade edilmiştir)

Table 1. The algae of Çamaltı saltworks and distribution by monthly in 2015 (Proportional abundance ratings of taxa expressed as; dominant (■), semi-dominant (▲), and present (+)

Zaman (2015 Yılı)												
Aylar												
Ocak:(Ock): Şubat, (Şbt), Mart: (Mrt), Nisan: (Nsn), Mayıs: (Mys), Haziran: (Hzn), Temmuz: (Tmz), Ağustos: (Ats), Eylül: (Eyl), Ekim: (Ekm), Kasım: (Ksm), Aralık: (Ark)												
Örneklem istasyonları: ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧.												
Taksonlar	Ock	Şbt	Mrt	Nsn	Mys	Hzn	Tmz	Ats	Eyl	Ekm	Ksm	Ark
Cyanophyceae												
<i>Aphanothece halophytica</i> Frémy in Hof & Frémy 1933			②+ ③+ ④+ ⑤+	②+ ③+ ④+ ⑤+	②+ ③+ ④+ ⑤+	②+ ③+ ④+ ⑤+	②+ ③+ ④+ ⑤+			②+ ③+ ④+ ⑤+		
<i>Lyngbya majuscula</i> C. Agardh ex Gomont, 1892	①■ ②+ ③+ ④+ ⑤+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+	②+
<i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher ex Gomont, 1822	②+ ③+		②+	③+ ⑥+ ⑦+	③+ ⑥+ ⑦+	③+	③+	③+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+		
<i>Halospirulina</i> sp. Nübel et al., 2000	③+	③+	①+									
Chlorophyceae												
<i>Dunaliella salina</i> Teodoresco, 1905	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■	②■ ③■ ④■ ⑤+ ⑧■

<i>Dunaliella viridis</i> Teodoresco, 1905	①+ ②▲ ③▲	①+ ②▲ ③▲	①+ ②▲ ③▲	①+ ②▲ ③▲	①+ ②▲ ③▲	①+	①+	①+	①+	①+ ③■	①+ ⑤+	①+ ⑤+
<i>Dunaliella</i> sp.	①+ ②■ ③■ ④■ ⑤+	①+ ②■ ③■ ④■ ⑤+	①+ ②■ ③■ ④■ ⑤+	①+ ②■ ③■ ④■ ⑤+	①+ ②■ ③■ ④■ ⑤+						⑤+	⑤+
<i>Tetraselmis indica</i> Arora et.al., 2013.				②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+	②+ ③+				
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh 1823				⑥■ ⑦■	⑥■ ⑦■	⑥■ ⑦■	⑥■ ⑦■	⑥■ ⑦■	⑥■ ⑦■	⑥■ ⑦■		
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kützing 1849	①■	①■	①■	①■					①■	①■	①■	①■
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus) Nees, 1820	⑥+	⑥+	⑥+	⑥+	⑥+							
Bacillariophyceae												
<i>Flagilaria</i> sp. Lyngbye, 1819.	①+	①+	①+	①+						①+	①+	
<i>Navicula</i> sp. Bory de Saint-Vincent, 1822	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+	①+	①+	①+		
<i>Closterium navicula</i> (Brébisson) Lütkenmüller	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+	①+ ②+						
<i>Ceratoneis closterium</i> Ehrenberg 1839	①+ ④+ ⑤+							①+ ②+				
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder		⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+									
<i>Chaetoceros didymus</i> Ehrenberg		⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+									
<i>Gyrosigma</i> sp. Hassall	①+											
<i>Gymnodinium</i> sp.		⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+									
<i>Pleurosigma formosum</i> W. Smith 1852	①+											
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve		⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+									
<i>Thalassiosira</i> sp.		⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+									
Phaeophyceae												
<i>Cystosera barbata</i> (Stackhouse) C. Agardh, 1820	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+
<i>Stypocaulon scoparium</i> (Linnaeus) Kützing	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+										⑥+ ⑦+
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux 1809		⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+									⑥+ ⑦+
Rhodophyceae												
<i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss 1950	⑥▲ ⑦▲	⑥▲ ⑦▲	⑥▲ ⑦▲	⑥▲ ⑦▲	⑥▲ ⑦▲					⑥▲ ⑦▲	⑥▲ ⑦▲	⑥▲ ⑦▲
<i>Laurencia papillosa</i> (C. Agardh) Greville 1830	①■ ②■	①■ ②■	①■ ②■	①■ ②■	①■ ②■	①■ ②■				①■ ②■	①■ ②■	①■ ②■
<i>Hypnea</i> sp. J.V. Lamouroux, 1813						⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+			
Monocots												
<i>Posidonia oceanica</i> (Linnaeus) Delile 1813	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+							⑥+ ⑦+	⑥+ ⑦+

Fiziksel ve Kimyasal Bulgular

Çamaltı tuzlası ekosisteminde sıcaklık değerleri 9-30 °C arasında değişim göstermiştir. Sıcaklığa ait en yüksek değer

Ağustos 2015'de en düşük ise Ocak 2015 tarihinde ölçülmüştür. Çalışma süresince pH 7-8 arasında değişmiştir. pH' nın yıllık ortalama değeri 8,01 olup en yüksek pH değeri

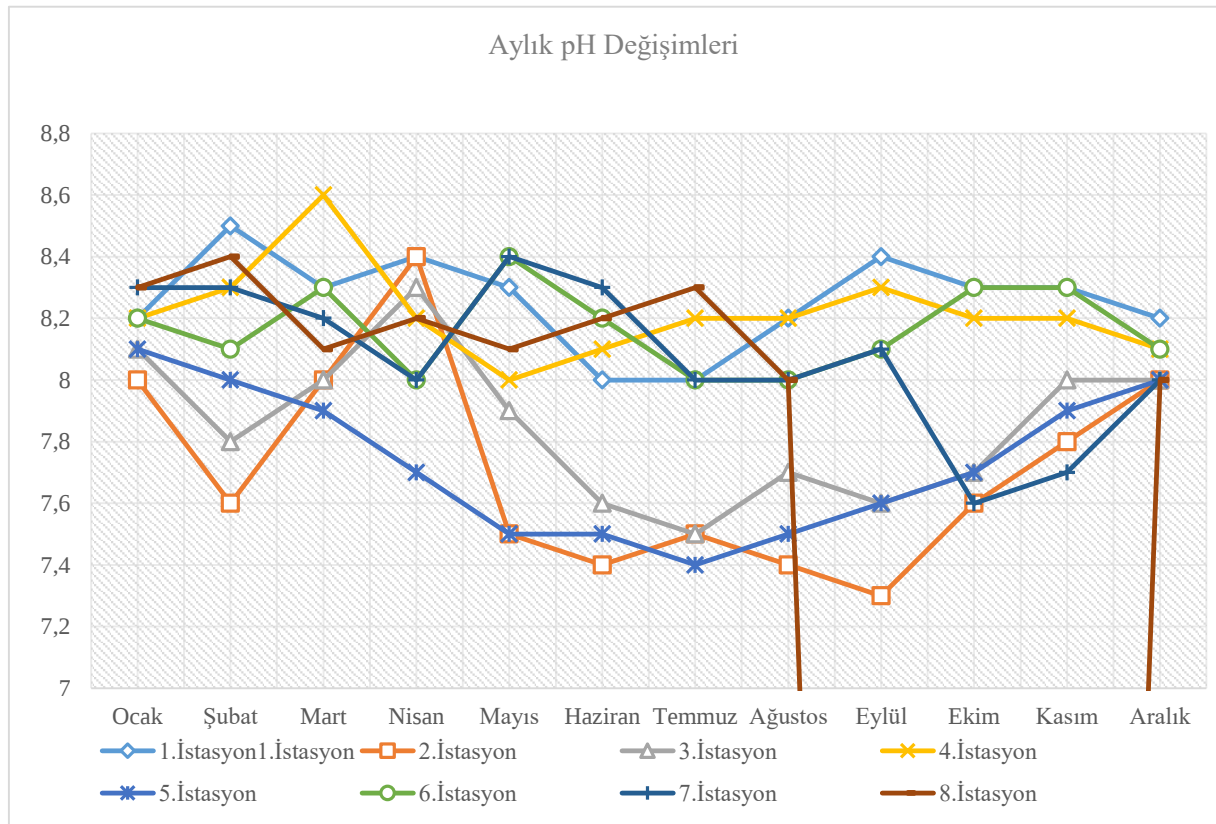
Eylül 2015 tarihinde 1. istasyonda, en düşük ise Eylül 2015'de 2. istasyonda kaydedilmiştir. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu gölde 0,2–9,1 mg/L arasında olup yıllık ortalama değeri 5,6 mg/L'dir. En yüksek çözünmüş oksijen konsantrasyonu Şubat 2015'de en düşük Temmuz-Ağustos

2015'de ölçülmüştür. Meteorolojik veriler Davis Vantage Pro2 ölçüm cihazı ile ölçülüp, Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileriyle kıyaslanarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Ekosistemde yapılan bazı fiziksel ölçümlere ve kimyasal analizlere ait sayısal veriler Şekil 3-6 ve Tablo 3 de sunulmuştur.

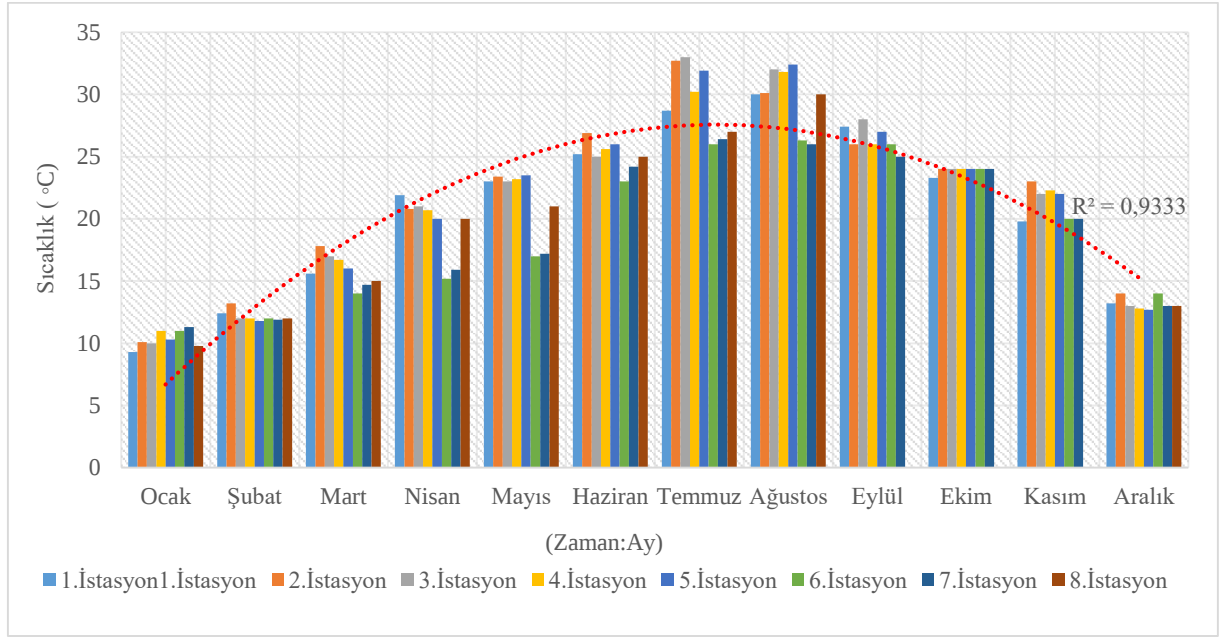
Tablo 2. Ege bölgesi (İzmir) Yıllık Mevsimsel İklim Değerleri (MGM, 2015. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR#sfB>)

Table 2. Aegean Region (İzmir) Annual Seasonal Climate Values (MGM, 2015. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=IZMIR#sfB>)

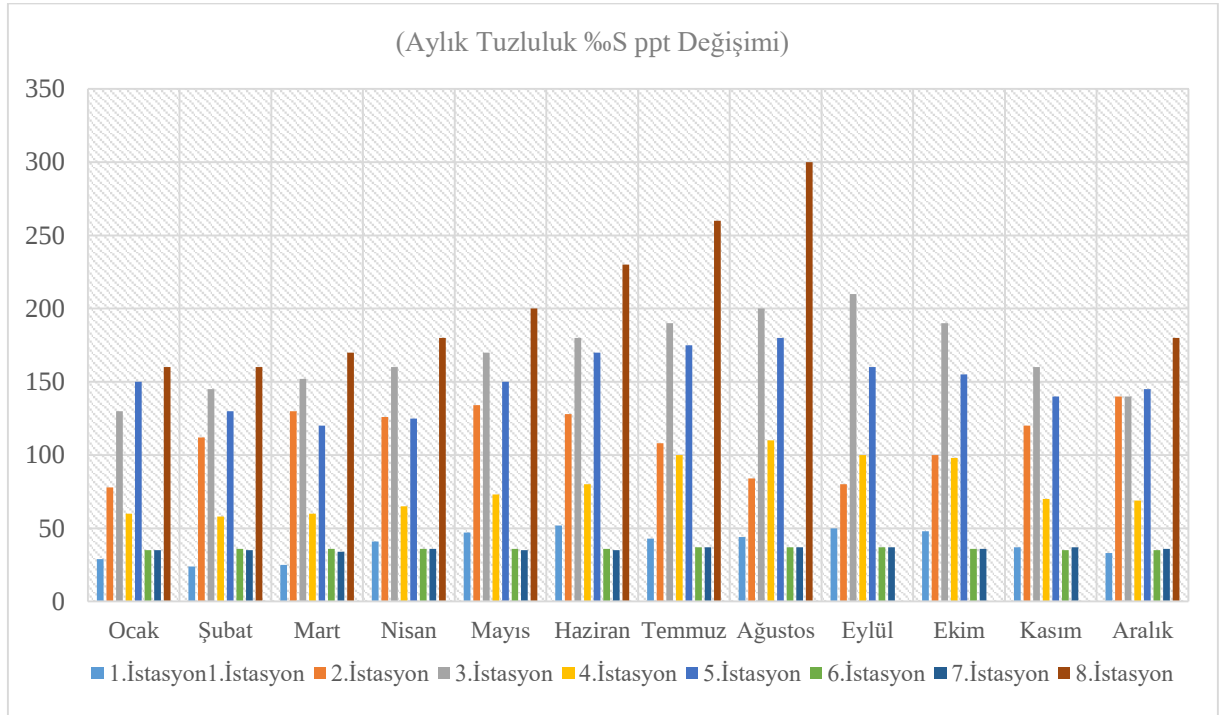
İZMİR Zaman(yıl)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1950- 2015)											
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.9	9.5	11.7	15.9	20.8	25.6	28.0	27.7	23.7	18.8	14.0	10.6
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.5	13.5	16.3	20.9	26.0	30.7	33.2	32.9	29.1	23.9	18.5	14.1
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.9	6.2	7.8	11.3	15.5	20.0	22.6	22.5	18.7	14.7	10.7	7.7
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.2	5.1	6.2	7.5	9.5	11.3	12.1	11.5	10.1	7.3	5.3	4.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.9	10.8	9.2	8.2	5.4	2.1	0.5	0.5	2.0	5.6	8.9	12.5
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m ²)	125.1	101.9	75.6	46.4	30.9	9.8	1.8	2.6	15.0	45.3	94.8	141.1



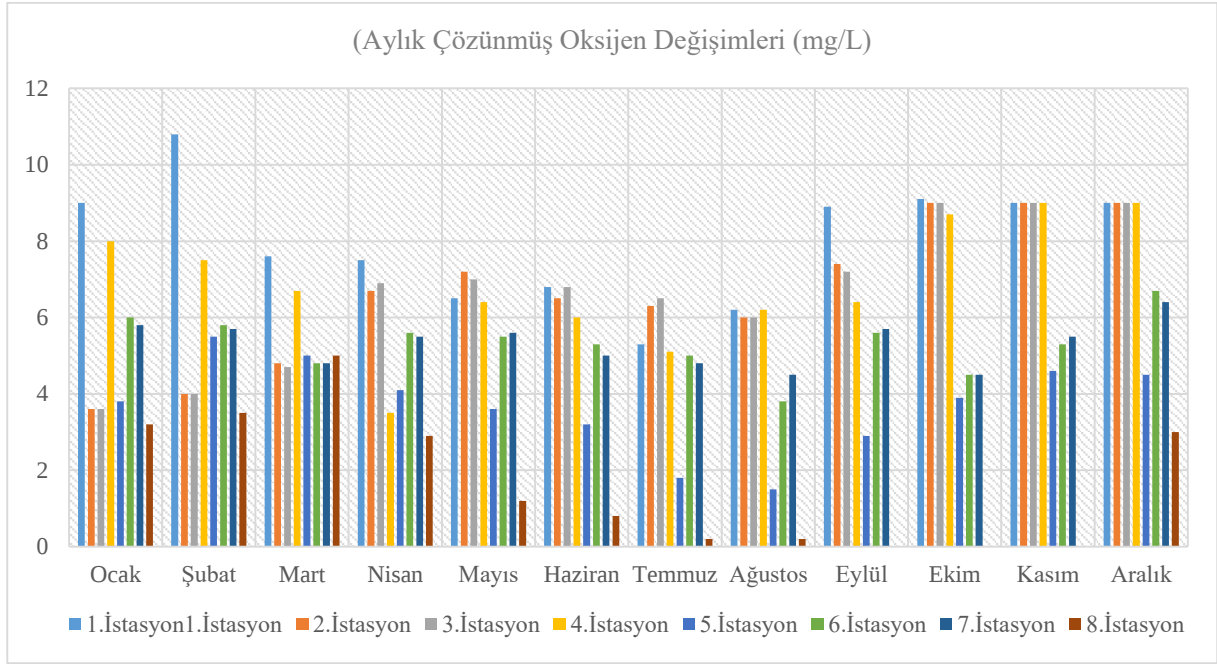
Şekil 3. Aylık pH değişimleri
Figure 3. Monthly pH changes



Şekil 4. Aylık sıcaklık değişimleri
Figure 4. Monthly temperature changes



Şekil 5. Aylık tuzluluk değişimleri
Figure 5. Monthly salinity changes



Şekil 6. Aylık oksijen değişimleri
Figure 6. Monthly oxygen changes

Tablo 3. 2015 yılı aylık dönemlerde ölçülen ve hesaplanan kimyasal parametrelerin örnekleme istasyonlarına göre değerleri
Table 3. The values of the chemical parameters measured and calculated for the 2015 monthly periods according to the sampling stations

Zaman (2015 Yılı)								
Aylar								
Ocak:(Ock): Nisan: (Nsn), Haziran: (Hzn), Ağustos: (Ats), Eylül: (Eyl),								
Kasım (Ksm), Aralık: (Ark)								
Örnekleme istasyonları: (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8).								
Analitik Değişkenler	Ock	Nsn	Hzn	Ats	Eyl	Ksm	Ark	Analiz Yöntemi
Σ Fosfat (PO ₄ ³⁻ µg/l)	0,30 ^① 0,36 ^② 0,32 ^③ 0,11 ^④ 0,13 ^⑤ 0,96 ^⑥ 0,71 ^⑦ 0,01 ^⑧	0,37 ^① 0,28 ^② 0,18 ^③ 0,15 ^④ 0,15 ^⑤ 1,2 ^⑥ 1,0 ^⑦ 0,01 ^⑧	1,9 ^① 2,3 ^② 1,9 ^③ 0,14 ^④ 0,96 ^⑤ 2,6 ^⑥ 3,0 ^⑦ 0,01 ^⑧	1,6 ^① 2,9 ^② 2,7 ^③ 1,1 ^④ 1,2 ^⑤ 2,8 ^⑥ 2,3 ^⑦ * ^⑧	1,7 ^① 2,9 ^② 2,3 ^③ 1,1 ^④ 1,9 ^⑤ 1,7 ^⑥ 1,5 ^⑦ * ^⑧	0,06 ^① 0,09 ^② 0,1 ^③ 0,07 ^④ 1,6 ^⑤ 0,2 ^⑥ 0,17 ^⑦ * ^⑧	0,08 ^⑥ 0,08 ^⑦ 0,01 ^③ 0,06 ^④ 0,96 ^⑤ 0,01 ^⑥ 0,01 ^⑦ 0,01 ^⑧	APHA 4500-PO ₄
Nitrat (NO ₃ ⁻ µg/l)	0,67 ^① 0,82 ^② 0,93 ^③ 0,78 ^④ 0,83 ^⑤ 0,62 ^⑥ 0,64 ^⑦ 0,00 ^⑧	0,27 ^① 0,66 ^② 0,74 ^③ 0,57 ^④ 0,51 ^⑤ 0,92 ^⑥ 0,96 ^⑦ 0,00 ^⑧	0,36 ^① 0,68 ^② 0,67 ^③ 0,57 ^④ 0,61 ^⑤ 1,2 ^⑥ 1,2 ^⑦ * ^⑧	0,67 ^① 0,84 ^② 0,96 ^③ 0,78 ^④ 0,93 ^⑤ 0,99 ^⑥ 0,97 ^⑦ * ^⑧	0,67 ^① 0,84 ^② 0,84 ^③ 0,48 ^④ 0,63 ^⑤ 0,17 ^⑥ 0,19 ^⑦ * ^⑧	0,47 ^① 0,34 ^② 0,46 ^③ 0,28 ^④ 0,53 ^⑤ 0,13 ^⑥ 0,13 ^⑦ * ^⑧	0,48 ^① 0,23 ^② 0,28 ^③ 0,18 ^④ 0,96 ^⑤ 0,11 ^⑥ 0,12 ^⑦ 0,00 ^⑧	APHA 4500-NO ₃
Nitrit (NO ₂ ⁻ µg/l)	0,06 ^① 0,46 ^② 1,10 ^③ 1,88 ^④ 1,34 ^⑤ 0,07 ^⑥ 0,05 ^⑦ 0,01 ^⑧	0,72 ^① 6,63 ^② 7,00 ^③ 1,56 ^④ 1,1 ^⑤ 0,13 ^⑥ 0,11 ^⑦ 0,00 ^⑧	0,78 ^① 10,8 ^② 0,74 ^③ 0,57 ^④ 0,51 ^⑤ 0,92 ^⑥ 0,96 ^⑦ 0,00 ^⑧	10,4 ^① 16,8 ^② 15,9 ^③ 1,34 ^④ 1,01 ^⑤ 0,07 ^⑥ 0,07 ^⑦ * ^⑧	8,9 ^① 11,8 ^② 11,5 ^③ 1,03 ^④ 0,98 ^⑤ 0,04 ^⑥ 0,05 ^⑦ * ^⑧	2,9 ^① 9,9 ^② 11,5 ^③ 1,1 ^④ 0,98 ^⑤ 0,04 ^⑥ 0,05 ^⑦ * ^⑧	1,4 ^① 6,5 ^② 11,5 ^③ 0,78 ^④ 0,98 ^⑤ 0,04 ^⑥ 0,04 ^⑦ * ^⑧	APHA 4500-NO ₂

Amonyak (NH ₄ + µg/l)	0,33 ^① 0,35 ^② 0,33 ^③ 0,36 ^④ 0,57 ^⑤ 0,67 ^⑥ 0,70 ^⑦ 0,01 ^⑧	0,08 ^① 7,4 ^② 7,1 ^③ 3,1 ^④ 2,98 ^⑤ 0,07 ^⑥ 0,05 ^⑦ 0,01 ^⑧	0,06 ^① 13,4 ^② 12,1 ^③ 3,88 ^④ 2,34 ^⑤ 0,07 ^⑥ 0,05 ^⑦ 0,00 ^⑧	1,89 ^① 14,6 ^② 15,1 ^③ 2,77 ^④ 2,89 ^⑤ 0,16 ^⑥ 0,15 ^⑦ * ^⑧	1,9 ^① 15,3 ^② 15,1 ^③ 2,2 ^④ 3,6 ^⑤ 0,07 ^⑥ 0,05 ^⑦ * ^⑧	0,2 ^① 10,8 ^② 10,5 ^③ 1,9 ^④ 2,93 ^⑤ 0,09 ^⑥ 0,07 ^⑦ * ^⑧	0,24 ^① 0,54 ^② 0,48 ^③ 0,78 ^④ 0,93 ^⑤ 0,99 ^⑥ 0,97 ^⑦ * ^⑧	APHA 4500-NH ₃ H
Sülfat (SO ₄ ²⁻ mg/L)	1780 ^① 7480 ^② 7476 ^③ 8812 ^④ 9610 ^⑤ 3400 ^⑥ 3410 ^⑦ 10000 ^⑧	2360 ^① 7980 ^② 7996 ^③ 8898 ^④ 9780 ^⑤ 3400 ^⑥ 3410 ^⑦ 10000 ^⑧	3570 ^① 9800 ^② 9806 ^③ 8812 ^④ 9610 ^⑤ 3400 ^⑥ 3400 ^⑦ * ^⑧	3750 ^① 5774 ^② 5800 ^③ 6457 ^④ 18900 ^⑤ 3390 ^⑥ 3391 ^⑦ 1980 ^⑧	3200 ^① 5230 ^② 5300 ^③ 4000 ^④ 7000 ^⑤ 3200 ^⑥ 3240 ^⑦ * ^⑧	2320 ^① 3960 ^② 4350 ^③ 3400 ^④ 5680 ^⑤ 3200 ^⑥ 3200 ^⑦ * ^⑧	1670 ^① 4120 ^② 4890 ^③ 4300 ^④ 6200 ^⑤ 3230 ^⑥ 3238 ^⑦ *	APHA SO ₄
Chl. a µg/l	0,04 ^① 0,05 ^② 0,05 ^③ 0,04 ^④ 0,03 ^⑤ 0,03 ^⑥ 0,03 ^⑦ 0,0 ^⑧	0,56 ^① 0,40 ^② 0,45 ^③ 0,55 ^④ 0,43 ^⑤ 0,49 ^⑥ 0,41 ^⑦ 0,0 ^⑧	1,3 ^① 3,4 ^② 3,5 ^③ 1,9 ^④ 1,6 ^⑤ 0,9 ^⑥ 0,94 ^⑦ 0,1 ^⑧	2,9 ^① 2,5 ^② 2,6 ^③ 2,3 ^④ 1,5 ^⑤ 0,49 ^⑥ 0,41 ^⑦ *	1,7 ^① 1,9 ^② 2,1 ^③ 1,7 ^④ 0,98 ^⑤ 0,49 ^⑥ 0,41 ^⑦ *	2,9 ^① 2,5 ^② 2,6 ^③ 2,3 ^④ 1,5 ^⑤ 0,49 ^⑥ 0,41 ^⑦ *	0,23 ^① 0,33 ^② 0,35 ^③ 0,29 ^④ 0,12 ^⑤ 0,2 ^⑥ 0,19 ^⑦ 0,0 ^⑧	APHA (EPA 446.0, SM 10200 H.2.b.)
Magnezyum (Mg mg/l)	1357 ^① 5678 ^② 5700 ^③ 3200 ^④ 2700 ^⑤ 1260 ^⑥ 1270 ^⑦ 3340 ^⑧	1357 ^① 5678 ^② 5700 ^③ 3200 ^④ 2700 ^⑤ 1260 ^⑥ 1270 ^⑦ 3340 ^⑧	1290 ^① 4700 ^② 4760 ^③ 2200 ^④ 2700 ^⑤ 1260 ^⑥ 1210 ^⑦ 3500 ^⑧	1300 ^① 5200 ^② 5190 ^③ 1980 ^④ 1700 ^⑤ 1100 ^⑥ 111300 ^⑦ * ^⑧	1230 ^① 4560 ^② 4700 ^③ 1470 ^④ 1290 ^⑤ 1160 ^⑥ 1170 ^⑦ * ^⑧	1120 ^① 4100 ^② 4190 ^③ 1200 ^④ 1000 ^⑤ 1260 ^⑥ 1270 ^⑦ * ^⑧	1190 ^① 2890 ^② 2800 ^③ 1900 ^④ 1070 ^⑤ 1160 ^⑥ 1100 ^⑦ * ^⑧	TS EN ISO 11885

* Ölçüm yapılmadı: Havuzların yüksek tuzlulukta (~300 ppt) veya tuz hasadından dolayı boş olması

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kıyusal deniz tuzlarında ekosistemi etkileyen en önemli abiyotik etken tuz yoğunluğudur. Ekosistemi oluşturan tuz üretim havuzlarındaki tuz yoğunluğu, yalnızca biyolojik bileşenleri kontrol etmekle kalmaz, aynı zamanda üretilecek olan tuzun kalitesi ve miktarını da belirler. Bu yüzden tuz yoğunluğunun kontrolü, birinci dereceden önemli tek etkidir (Dolapsakis et.al, 2005; Davis, 2006). Tuzluluk değeri bakımından Çamaltı Tuzlası 4 ana kısma ayrılır. 1. Soğuk su havuzları (35-70 ppt), 2. Depo (Sergen) Havuzları (70-130 ppt), 3. Sıcak su Havuzları (130-250 ppt), 4. Kristalizasyon Havuzları (250-290 ppt). Tüm bu havuzların sayısı 155 adet olup her yıl fiziki altyapı bakımından farklı kullanım şekillerinde olabilmektedir. Havuzlardaki tuz yoğunluğunun, üretim sürecine bağlı olarak dengede tutulması ve korunmasında, Çamaltı tuzlasının bulunduğu coğrafik bölgedeki yıllık meteorolojik değerler de önemlidir. Havuzlardaki yüksek veya düşük tuzluluk, su devir daimini sağlayan (10-20 ton/dakika) pompalarla dengelenmektedir. Bu sayede her bir tuz üretim havuzundaki tuz yoğunluğu istenilen yoğunlukta tutulabilmektedir (Davis ve Giordano, 1996). Kıyusal deniz tuzlarında, sudaki kimyasal değerler büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bunun sebebi, meteorolojik etkenlere bağlı olarak, sistemde oluşan buharlaşma (23-24 cm/m²) sonucu, su takviyesi yapılmasıyla sürekli olarak 10-20 ton/dakika suyun hareket halinde olmasıdır. Bu sebeple 700 µM' ye kadar amonyum ve 40 µM den fazla nitrat değerleri de tespit

edilebilmektedir (Du Toit, 2001). Tuz üretiminin başladığı Nisan ayından, tuzun elde edildiği Eylül ayına kadar ekosistemde buharlaşmaya bağlı olarak sürekli bir su devir daiminin oluşu, biyotik faktörleri de oldukça değişken kılmaktadır.

Çamaltı tuzlası ekosisteminde takson sayısı bakımından ilk sırada yer alan Bacillariophyceae sınıfından *Navicula* sp. hâkim tür olarak gözükmeyle beraber, Çamaltı tuzlasına has su devir daiminden dolayı, aslında sadece 1. ve 2. istasyonlarda mevcut bulunan bir takson olarak tespit edilmiştir. Bu istasyonlardan, tuzluluğu daha yüksek olan sahalar suyun sürekli, dakikada 10-20 ton pompalanmasından dolayı *Navicula* sp. rastlanmamıştır. Çamaltı tuzlası sulak alanında sistemin dinamiklerini etkileyen abiyotik ve biyotik özelliklere bakıldığında en yaygın olarak bulunan alg türünün Chlorophyceae sınıfından (%24,13) 7 taksondan biri olan *Dunaliella* sp. olduğu tespit edilmiştir. Cyanophyceae sınıfı (%13,79) 4 takson ile yaygın olarak ekosistemde bulunmaktadır. Phaeophyceae sınıfından (%10,34), Çamaltı tuzlasının kıyusal alanında 3 takson tespit edilmiştir. 6. ve 7. İstasyon alanlarından deniz suyu çekilmesine rağmen ekosistemin içerisindeki yüksek tuz yoğunluğundan dolayı Phaeophyceae ve Monocots sınıfı alglerine rastlanmamıştır. Rhodophyceae sınıfı algleri 3 takson (%10,34) ile tespit edilmiştir. Bu taksonlardan sadece *Laurencia papillosa* ekosistemin içerisinde tuzluluğun 50-100 ppt olduğu alanlarda rastlanmıştır. *Gracilaria* sp., *Hypnea* sp. *Ulva* sp. ve *Enteromorpha* sp. makro algleri Çamaltı tuzlasının kıyusal deniz ekosisteminde tespit edilmiştir. *Enteromorpha* sp. Ocak-Mayıs

aylarında daha çok dağılım göstermektedir. Ancak *Ulva* sp. deniz suyundaki sıcaklık ve besin tuzlarının artışından dolayı yoğun miktarda bulunmaktadır. Bu sebeple de Çamaltı tuzlası kıyusal zonunda Mayıs ve Haziran aylarında kokuşmaya sebep olmaktadır.

Tuzlanın bulunduğu coğrafik bölgede endüstriyel ve kentsel oluşumların varlığı da suyun kalitesinde etken olabilmektedir. Çamaltı tuzlasından alınan su numunelerinde fiziksel ve kimyasal parametre analizi yapılarak Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki (Anonim, 2004; 2016) kıta içi su

kaynaklarının sınıflarına göre kalite ölçütleri ve suyun bazı parametrelere göre kalite sınıfları ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tablo 4'teki değerlendirmeye bakıldığında, Çamaltı tuzlasının; sıcaklık, pH, nitrat ve toplam fosfor bakımından I. sınıf. Yalnız Temmuz, Ağustos aylarında ekosistemde göç eden Flamingo kuşlarının sayısının artmasına ve dışkılamaya bağlı olduğu düşünülen fosfor ve sülfat artışı tespit edilmiştir. Bu bakımdan da sülfat ve fosfor için IV. sınıf su kalitesine de girmektedir. Çözünmüş oksijen bakımından II. sınıf su kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. T.C. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre ölçütleri (Anonim 2004; 2016)

Table 4. Republic of Turkey Water Pollution Control Directive Criteria for Classes of Inland Water Resources (Anonymous 2004;2016)

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Ölçütleri					
Su Kalitesi Değişkenleri	Su Kalitesi Sınıfı				
Fiziksel ve inorganik-kimyasal değişkenler	I.	II.	III.	IV.	Çamaltı Tuzlası Değerleri
Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30	19,9
pH	6,5-8,5	6,5-8,6	6-9	>9	7,76
Çözünmüş oksijen (mg O ₂ /L)	8	6	3	>3	5,51
Sülfat iyonu (mg SO ₄ ⁼ /L)	200	200	400	>400	5300
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	0,2	1	2	>2	0,70-5,46
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	5	10	20	>20	0,33-1,65
Toplam fosfor (mg P/L)	0,02	0,16	0,65	>0,65	0,15-15,07

Çamaltı tuzlası ekosistemi; T.C. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri olan pH, çözünmüş oksijen, toplam fosfor ve Klorofil-a bakımından "Ötrofikasyon kontrolü sınır değerleri" içerisinde yer almaktadır.

Yalnız özellikle Temmuz, Ağustos aylarında göçmen flamingo kuşlarının sayısının artışından dolayı olduğu

düşünülen sudaki kimyasal değerlerde geçici bir artış gözlenmiştir. Tablo 6'daki değerlendirmeye bakıldığında İzmir Çamaltı tuzlası fosfat bakımından yüksek mezotrofi ile ötrof seviyede; nitrat bakımından düşük mezotrofi ile ötrof seviyede; amonyak bakımından düşük mezotrofi ve ötrof seviyede; klorofil a değeri bakımından oligotrof ve ötrof seviyede görülmektedir.

Tablo 5. Göller, Göletler, Bataklıklar ve Baraj Haznelerinin Ötrofikasyon Kontrolü Sınır Değerleri (Anonim 2004; 2016)

Table 5. Eutrophication Control of Lakes, Ponds, Swamps and Dam Reservoirs Boundary Values (Anonymous 2004;2016)

İstenilen Özellikler	Doğal koruma alanı ve rekreasyon	Çeşitli kullanımlar için (Doğal olarak tuzlu, acı ve sodalı göller dahil)	Çamaltı Tuzlası Değerleri
pH	6,5-8,5	6-10,5	6,9-8,1
Oksijen (mg/L)	7,5	5	5,3-7
Toplam fosfor (mg/L)	0,005	0,1	0,15-15,07
Klorofil- a (mg/L)	0,008 (8 µg/L)	0,025 (25 µg/L)	0,03-4,77

Tablo 6. Kıyılal bölgelere ait ötrifikasyona seviyeleri değlerlendirmesi (Simbouna et al., 2005)**Table 6.** Assessment of eutrophication levels of coastal zones (Simbouna et al., 2005)

Ötrifikasyona Değerleri					Çalışma Sonuçları Çamaltı Tuzlası
Parametre	Oligotrof	Düşük Mezotrofi	Yüksek Mezotrofi	Ötrof	
PO ₄ -3(μM)	<0,07	0,07-0,14	0,14-0,68	>0,68	0,15-15,07
NO ₃ -(μM)	<0,062	0,62-0,65	0,65-1,19	>1,19	0,33-1,65
NH ₄ +(μM)	<0,055	0,55-1,05	1,05-2,20	>2,20	0,70-5,46
Chl a (mg/l)	<0,10	0,1-0,6	0,6-2,21	>2,21	0,03-4,77

Yang et.al., (2008) in belirttiği Çin Çevre Koruma Kurumunun göl ya da rezervuar yüzey sularının kalitesi standartlarına göre de Çamaltı tuzlası su kalitesi sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen değlerleri bakımından I. sınıf, Amonyum

azotu III.-IV. sınıf, nitrat azotu, fosfor ve klorofil a bakımından IV.-V. sınıf sular kapsamındadır. Ötrofikasyonlu sulardaki N ve P değlerleri bakımından fosfor açısından orta derecede ötrofik; azot bakımından oligotrofik sular kapsamındadır.

Tablo 7. Göl ya da rezervuar yüzey sularının kalitesi (Yang et.al., 2008)**Table 7.** The quality of surface water on lake or reservoir waters (Yang et.al., 2008)

Su Kalitesi Değişkenleri	Su Kalitesi Sınıfı					
Fiziksel ve inorganik-kimyasal değişkenler	I.	II.	III.	IV.	V.	Çamaltı Tuzlası Değerleri
Sıcaklık (°C)	Haftalık en fazla artış≤1 ve düşüş≤2					10,3-29,8
pH	6-9					6,9-8,1
Çözülmüş oksijen (mg O ₂ /L)	Saturasyon≥90%	≥6	≥5	≥3	≥2	5,3-7
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	≤0.15	≤0.5	≤1.0	≤1.5	≤2.0	0,70-5,46
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	≤0.06	≤0.1	≤0.15	≤1.0	>1.0	0,33-1,65
Toplam fosfor (mg P/L)	≤0.01	≤0.025	≤0.05	≤0.1	≤0.2	0,15-15,07
Klorofil- a (mg/L)	≤0.001	≤0.004	≤0.01	≤0.03	≤0.065	0,03-4,77

Ötrofikasyonlu sulardaki N ve P değlerleri

Parametre	Oligotrofik	Orta Derecede Ötrofik	Ötrofik	Hiperötrofik	Çamaltı Tuzlası Değerleri
Σ P (μg/L)	5~10	10~30	30~100	>100	0,15-15,07
Σ N (μg/L)	250~600	500~1100	1000~2000	>2000	0,33-1,65

Çamaltı tuzlası İzmir körfezinde insan müdahalesiyle tuz üretmek amacıyla oluşturulmuş bir sulak alandır. Tuz üretiminin gereği olarak akışkan bir su rejimine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı gerek yıllık meteorolojik eğişimler gerekse üretim süreciyle ilgili değişimlerden dolayı her yıl biyotik ve abiyotik özellikler bakımından farklılıklar gösterebilmektedir. Çalışmada 2015 yılına ait alg türlerinin dağılımı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler kapsamında Çamaltı tuzlasının abiyotik etkenlere bağlı olarak en yaygın bulunan alg türünün Cyanophyta grubundan *Dunaliella* spp. olduğu tespit edilmiştir. Geniş tuzluluk aralıklarına dayanıklı olan *Dunaliella* mikroalgleri ekosistemdeki farklı ve yoğun tuzluluk alanlarında dağılım gösterebilmektedir. 154 üretim havuzundan ancak 25 âdetinde tuzluluk 50 ppt, diğer 104 havuzda 50-300 ppt. tuzluluk değerlerinin olduğu bir sulak alanda diğer alg türleri yaygın olarak bulunamamaktadır. Mevsimsel olarak da her ay ekosistemde bulunan bir mikroalgdir. Ekosistemin kıyusal zonasyonunda her mevsim bulunan alg olarak *Cystoseria* türü

yaygındır. *Enteromorpha*, *Ulva* ve *Gracillaria* türleri de kıyusal alanda dağılım gösteren alglerdir. Çamaltı tuzlası insan yapımı bir sulak alan olarak Cyanophyceae sınıfına ait 4, Chlorophyceae sınıfına ait 7, Bacillariophyceae 11 takson, Phaophyceae sınıfına ait 3 takson, Rhodophyceae sınıfına ait 3 takson ve Monocots sınıfına ait 1 takson olmak üzere toplam 29 takson ile sürekli değişken yapısıyla dinamik bir ekosistemdir. Bu çalışmayla ülkemizin en büyük tuzlası olan İzmir Çamaltı tuzlasında dağılım gösteren alg türleri araştırılmış olup, Türkiye tuzlalarındaki algler hakkındaki bilgilere katkı yapılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen tür sayısı az olmakla birlikte, tespit edilen türlerin tuzladan ilk defa kayıt ediliyor olması, konu hakkındaki bilgi boşluğunun doldurulmasına katkı yapıldığını göstermektedir. Ülkedeki tuzlu ekosistemler genelinde yapılacak biyoçeşitlilik çalışmalarıyla, biyolojik zenginliğimiz ortaya çıkarılabilecek, tespit edilen türlerin korunması, akuakültürde ve sanayide değerlendirilmesi yönünde adımlar atılabilecektir.

KAYNAKÇA

- Anonim (2004). Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği, 31 Aralık 2004 tarihli Resmî Gazete, No:25687. Alıntılanma adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/12/Su%20Kirlili%C4%9F%20ekleri.htm> (1.09.2017)
- Anonim (2016). Su Kirliliği kontrolü yönetmeliği. Alıntılanma adresi: <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?Kod=7.5.7221&sourceXmlSearch=&MevzuatIlski=0>. (18.09.2016).
- APHA (1992). Standarts Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association 18th Edition, (Eds: Arnold E. Greenberg, Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton, Marry Ann H. Franson) Washington, D.C. ISBN: 0-875553-207-1
- Ak, İ. (2008). Türkiye'de Farklı Tuz Göllerinden İzole Edilen *Dunaliella viridis*' de Büyüme Koşullarının ve Karotenoid Birikiminin Araştırılması, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Çanakkale.
- Arora, M., Anil, C.A., Leliaert, F., Delany, J. & Mesbahi, E. (2013). *Tetraselmis indica* (Chlorodendrophyceae, Chlorophyta), a new species isolated from salt pans in Goa, India. *European Journal of Phycology*, 48(1):61-78. doi: 10.1080/09670262.2013.768357
- Algaebase. (2017). Listing the World's Algae. Alıntılanma adresi: <http://www.algaebase.org/search/commonnames> (29.05.2017)
- Bourrelley, P. (1968). *Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 2: Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées*. Paris, Boubée éd., 438 p. France.
- Bourrelley, P. (1970). *Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome 3: Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines*. Paris, Boubée éd., 512 p. France.
- Bourrelley, P. & A. Couté. (1991). Desmidiées de Madagascar (Chlorophyta, Zygothycées), *Bibliotheca Phycologica*, Band 86, 348 p. France.
- Borowitzka M.A. (1997). Microalgae for aquaculture: opportunities and constraints. *Journal of Applied Phycology*. 9:393-401. doi: 10.1023/A:1007921728300
- Cheng L. (1991). *Proceedings of the International Symposium on Biotechnology of Salt Ponds*, Tangu, Tianjin, P.R. China, L. Cheng (ed.), *Proceedings of the International Symposium on Biotechnology of Salt Ponds* 18-21 September 1990. (283 pp.), Salt Research Institute, Ministry of Light Industry, Tianjin, China.
- Davis, J.S. & Giordano, M. (1996). Biological and physical events involved in the origin, effects, and control of organic matter in solar saltworks. *International Journal of Salt Lake Research* 4:335-347. doi: 10.1007/BF01999117
- Du Toit, S.R. (2001). Biological management of South African solar saltworks. PhD thesis, University of Port Elizabeth, 260 pg.
- Dolapsakis N., Tafas T., Abatzopoulos T., Ziller S. & Economou-Amilli A. (2005). Abundance and growth response of microalgae at Megalon Embolon solar saltworks in northern Greece: An aquaculture prospect, *Journal of Applied Phycology*, 17:39-49. doi: 10.1007/s10811-005-5553-0
- Davis J.S. (2006). Biological and physical management information for commercial solar saltworks, In: Ecological importance of solar saltworks, Lekkas T.D. and Korovessis N.A.(eds.), *Proceedings of the 1st International Conference on the Ecological Importance of Solar Saltworks (CEISSA 06)*, Santorini Island, Greece, 20-22 October 2006, GlobalNEST, Athens. doi: 10.1007/BF01999117
- EN ISO 11885 (2009). TSE, Su kalitesi- Seçilmiş elementlerin tümevarımı olarak bağlanmış plazma optik emisyon spektrometresiyle (ICP-OES) tayini, EN ISO 11885:2009. Alıntılanma adresi: <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?1.01.2015>
- Google Earth (2017). Alıntılanma adresi: <https://www.google.com/intl/tr/earth/> (5.06.2017).
- Hof, T. & Frémy, P. (1933). On Myxophyceae living in Strong brines. *Recueil Travaux Botaniques Netherlands* 30:140-162.
- Hecky, E.R. & Kilham, P. (1973). Diatoms in Alkaline, Saline Lakes: Ecology and Geochemical Implications, *Limnology and Oceanography*, January 1973, 18(1). doi: 10.4319/lo.1973.18.1.0053
- IOC-UNESCO. (2017). Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae, Alıntılanma adresi: <http://www.marinespecies.org/hab/index.php> (01.06.2017).
- Koray, T., Yurga, L. & Çolak-Sabancı. (2007). Türkiye Denizleri Mikroplankton (=Protista) Türlerinin Kontrol Listesi ve Tür Tayin Atlası. Proje No: TBAG-2239 (102T174). 154 pp.
- Korovessis N.A. & Lekkas T.D. (2000). Saltworks: Preserving Saline Coastal Ecosystems. *Post Conference Symposium Proceedings. 6th Conference on Environmental Science and Technology*, Pythagorian, Samos, 1 September 1999, 95 pp. Global Nest, Athens.
- LPSN. (2017). List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature, Alıntılanma adresi: <http://www.bacterio.net> also see <http://www.microbiologyonline.org.uk/home> (23.05.2017).

- MGM. (2015). Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Alıntılanma adresi: <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=izmir#sfb> (23.05.2016)
- Nübel, U., Garcia-Pichel, F. & Muyzer., G. (2000). The halotolerance and phylogeny of cyanobacteria with tightly coiled trichomes (*Spirulina* Turpin) and the description of *Halospirulina tapeticola* gen. nov., sp. nov. *International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology* 50:1265-1277. doi:10.1099/ijsem.0.002357
- Nagasathya, A. & Thajuddin, N. (2008). Cyanobacterial Diversity in the Hypersaline Environment of the Saltpans of Southeastren Coast of India, *Asian Journal of Plant Sciences* 7(5): 473-478, ISSN: 1682-3974. doi:10.3923/ajps.2008.473.478
- Oren, A. (2005). A hundred years of *Dunaliella* research: 1905–2005, *Salina Systems*, 1,2, doi:10.1186/1746-1448-1-2
- Pritchard, D. (2010). Managing wetlands: Frameworks for Managing Wetlands of International Importance and other wetland sites. *Ramsar Handbooks for the Wise use of Wetlands*, 4th Edition, Vol. 18. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland. Alıntılanma adresi: <http://www.ramsar.org> (20.06. 2017).
- Plankweb. (2017). Check-list of Turkish Seas Microplankton Alıntılanma adresi: <http://plankweb. Check-list of Turkish Seas Microplankton> (15.06.2017).
- Simboura, N., Panayotidis, P. & Papathanassiou, E. (2005). A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: The case of saronikos Gulf. *Ecological Indicators* 5:253–266. doi: 10.1016/j.ecolind.2005.03.006
- UNEP. (2013). The Spanish saltworks areas, "Las Salinas", on the islands of Ibiza and Formentera at UNEP's World Conservation Monitoring Centre. Alıntılanma adresi: <http://www.unepwcmc> (10.06.2017)
- Yang, X., Wu, X., Hao, H. & He, Z. (2008). Mechanisms and assessment of water eutrophication, *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*, 9(3):197-209, ISSN 1862-1783.
- Yurga, L. (2015). Distribution of phytoplankton species in Izmir Bay for 15 years and its comparative statistical analysis. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 32(1):25-30. doi: 10.12714/egejfas.2015.32.1.04
- WoRMS. (2016). World Register Marine Species, Alıntılanma adresi: <http://www.marinespecies.org/index.php> (29.05.2017).

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Comparison of the mechanical properties of meat and fish salamis

Et ve balık salamlarının mekanik özelliklerinin karşılaştırılması

M. Tolga Dinçer*  • Ö. Alper Erdem • E. Burcu Şen Yılmaz

Department of Fishery and Processing Technology, Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Turkey

* Corresponding author: tolga.dincer@ege.edu.tr

Received date: 09.06.2017

Accepted date: 02.11.2017

How to cite this paper:

Dinçer, M.T., Erdem, Ö.A. & Şen Yılmaz, E. (2017). Comparison of the mechanical properties of meat and fish salamis. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):443-449. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.11](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.11)

Abstract: The aim of this study was to determine the textural and sensory properties of prepared fish salami from saithe (*Polachius virens*) filets. In the research the mechanical property of produced fish salami was compared to purchased beef salami. The comparison was realized in their textural, physical, and sensorial properties. Acceptable textural desirability was observed with the formulation, which was improved with the addition of selected spices. Prepared fish salami exhibited a weaker texture than purchased beef salami according to mechanical properties (TPA and shear test), but no difference ($P>0.05$) in overall liking was determined by the panelists.

Keywords: Fish salami, water holding capacity, shear test, cooking loss, color values

Öz: Çalışmanın amacı mezgit (*Polachius virens*) filetolarından hazırlanmış olan balık salamının dokusal ve duyuşsal özelliklerinin tespit edilmesidir. Çalışmada üretilen balık salamının ve piyasada bulunan et salamının mekanik özelliklerinin karşılaştırması yapılmıştır. Kıyaslama ürünlerin dokusal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri arasında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan formül ve baharat çeşitleri sayesinde kabul gören bir doku elde edilmiştir. Üretilen balık salamının dokusal yapısı, piyasadaki satın alınan et salamı ile kıyaslanınca, mekanik özellikler açısından (TPA ve kesit testi) daha yumuşak olmuş fakat panelistler tarafından genel beğeni açısından bir fark görülmemiştir ($P>0.05$).

Anahtar kelimeler: Balık salamı, su tutma kapasitesi, kesit testi, pişirme kaybı, renk değerleri

INTRODUCTION

Fish mince offers great flexibilities in production, formulation, and also texture modification (Yoon et al., 1991) in emulsified products. Many fish based products can be produced by using fish mince such as; sticks, cakes, sausages, salamis, and patties. But seafood is known as more perishable than other high-protein foods. Cool chain should not be broken, and protecting case and package should be used for preserving quality. The production in fish based emulsion products can be alternatives for the usual high-fat, high-calorie pork, or beef salami and sausages. Fish is known as a rich source of long-chain n-3 fatty acids, and those fatty acids are known to have a range of health benefits. Especially potential roles in reducing the risk of coronary heart disease, inflammatory disorders, and immune disorders have resulted in interest among consumers and manufacturers (DeDeckere et al., 1998; Trautwein, 2001). Besides, emulsified fish products like salami and sausage can be other alternatives for food manufacturers. Mince of fish and surimi/surimi powder have been used as a raw material for emulsion sausage production for many years, especially in the Asian countries (Konno, 2005). All over the world the health organisations recommend limiting the intake of saturated fatty

acids and cholesterol (Kris-Etherton et al., 1988). The best solution might be to encourage consumers to consume fish-based products.

Emulsion sausages and salamis are widely consumed in both Western and Asian countries (Panpipat and Yonsawatdigul, 2008). Fish salami production steps were just like the products made from beef, pork, and chicken salamis which had nearly 20–30% fat in formulas. Distinctions in the steps were using higher contents of fish flesh, lower amounts of fat, and different types of seasoning. Texture is the most important sensory property for acceptability of this kind of seafood product (Botta, 1991). The overall quality of seafood is generally based on the sensorial acceptability by the consumer (Sikorski et al., 1991). Wholesomeness is affected by chemical composition and microbiological considerations, while sensory acceptability is determined largely by flavor and texture (Sawyer et al., 1984). Destabilization of fat and water during cooking causes an undesirable separation of fat and water which results in poor texture (Lee et al., 1987). Soybean proteins have the ability to enhance and stabilize fat emulsions

and improve viscosity, texture and moisture retention as well as overall yields in emulsified products (Kinsella 1979). So the principles of true emulsions have been employed to explain the mechanism by which fat is stabilized. There are various studies about the meat emulsions (Gerigk et al., 1986; Perchonok and Regenstien 1986). However, there are few studies on fish-based emulsion products (Cardoso et al., 2008; Moreira et al., 2002; Panpipat and Ravishankar 1992; Panpipat and Yonsawatdigul 2008). Therefore, the objective of this study was to show how fish salami is produced and to investigate and compare its mechanical properties and color with commercial beef salami.

MATERIALS AND METHODS

Raw material

As raw material, frozen and skinless saithe (*Polachius virens*) fillets were preferred in the current study. Fish samples were supplied by a commercial seafood company. And the used beef salamis were purchased from a commercial market chain. It was known that frozen fish fillet samples were stored for 2 months at -24°C . At the beginning of production fish samples were thawed (10kgs) in to -2°C . Other ingredients (Sunflower oil, fat, spices) were purchased from the suppliers. Same Turkish Standard Institute (TSI, standard number 9269/December 1991) formula was used for fish salami production. Fish mince was replaced with beef mince and modification of spices were the difference in the formula.

Formulation

The formula and ingredients of the fish salami was as follows: skinless saithe fillets, 67.29; ice, 16.15; beef fat, 5.04; sun flower oil, 5.05; soy protein concentrate, 2.36; potato starch (modified), 2.36; salt, 1.01; sodium tripolyphosphate (STPP), 0.17; red pepper, 0.07; black pepper, 0.13; sugar, 0.13; pimento, 0.07; coriander, 0.07; ginger, 0.03; ascorbic acid, 0.02; sodium nitrite, 0.01 g.

Preparation of Salami

Frozen fish fillets were thawed overnight in the fridge ($0, +4^{\circ}\text{C}$). Fish filets were chopped with using 2 cm grinding blades in kitchen aid grinder (2 kg / min, model KPM 5, St. Joseph, MI, USA) equipped with a 6 mm diameter circular perforated metallic screen and pusher. At the same time, beef fat was minced, and appropriate rations were prepared (750 g). Appropriate quantities of various additives were weighed to produce 15 kg of dough.

Salami dough was prepared in sequential stages as follows: First, the shredded fillet is mixed with an industrial bowl cutter for 2 minutes with salt and STPP (20-kg capacity; Mainca Bowl Cutter model C-14, Berkshire, UK). During the mixing process, the internal temperature of the dough was recorded as $-2.16 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$. In the second stage, ice water (1/3 of the total), soy protein concentrate, and potato starch were added for 1 minute with additional mixing. After that, fat and sunflower oil were added separately and each was mixed for 1 minute.

Spices and a 1/3 ice water were added. The final step included the addition of additives and preservatives and the rest of the iced water. Additional stirring was carried out at the same rate for 2 minutes. Then stuffed in a casing which has a length of 15 cm and a radius of 2.5 cm and a weight of about 250 g. The stuffed dough was dried in a 80°C conventional oven (model FKG-042, Inoksan Industrial Equipments, Bursa, Turkey) for 35 minutes.

After drying, the salamis were immediately cooled in ice water (1: 1, v / v). After being sealed with a stapler, the salamis were hung on, rinsed quickly with cold water, and dough residues were removed.

The salamis were then cooked for 3 hours at 90°C scalding boiler (Model BKR-054, Inoksan Industrial Equipment, Bursa, Turkey) with an internal temperature of 75°C (measured with a thermocouple probe). The cooled salamis were kept overnight in a refrigerator ($0+4^{\circ}\text{C}$) and used the following day.

Color measurement

The color measurement was carried out using the Schubring (2002) method, measuring 10 times using different parts of the upper smooth surface. In the CIE Laboratory system, L * indicates the intensity of light in black from 0 to 100 scales; a * (+) red or (-) green, and b * (+) indicates yellow or (-) blue.

Texture profile analysis (TPA)

Texture Profile Analysis (TPA) was performed using the TA-XT Plus texture analyzer (Stable Micro Systems, Godalming, UK) according to Schubring (2003) method. Prior to the test, the salami samples were equilibrated to room temperature for 30 minutes and sectioned into a 2 cm thick layer drawn into a 5 cm diameter cylinder. The samples were compressed twice in a cross speed of 0.80 mm / sec to 65% of the original height using a 5 cm diameter cylindrical probe. The mechanical properties of hardness, cohesiveness, springiness, resilience and chewiness were determined by the resulting force/deformation curves.

Shear test

Sample loading, test conditions, and sample preparation followed the procedure described by Su et al. (2000). The samples were compressed to 60% of their original height at a cross speed of 0.80 mm / sec using a Warner-Bratzler blade (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) once set up with a 25 kg load cell. Shear force and cutting samples were detected with a Warner-Bratzler knife attached to the same texture analyzer. The maximum force (shear force) to cut the sample and the work required to move the blade along the sample (work of shearing) were recorded.

Kramer test

The firmness of the sample was measured using a texture analyzer equipped with a Kramer shear-compression test cell with 5 blade aluminum plates. 40.000 mm/sec cross head

speed was used in the test. Samples were cut in 25 x 50 x 12 mm sizes and placed in the cells; five samples were used. Peak values were recorded during drilling of samples (Kao and Lin, 2006).

Pate penetration

The minced sample was placed on an 8-hole plate. The samples are compressed once using a multi-needle probe at a crosshead distance of 15,000 mm / sec. The test speed was set at 1.10 mm / sec and peak values were recorded during drilling of samples while in operation (Smewing, 1996).

Water-holding capacity (WHC)

Expressible moisture of salami samples was measured with WHC using a filter paper pressing method as described by Schubring et al. (2003) with slight modification. Salami pieces (21 mm in diameter, 20 mm thick), were placed between parallel plates with a pair of filter paper (Schleicher & Schuell 2043A, 7cm x 7cm) using a texture analyzer TA-XT Plus (Stable Micro Systems), Godalming, Surrey, UK. A 25 kg load cell and a cross head speed of 1.7 bar / s were used for pressing the samples.

The samples were compressed to 90% deformation and held for 10 seconds. Percentage expressible moisture was used as the WHC and was calculated as: $100 \times (\text{initial weight} - \text{final weight}) / \text{initial weight}$.

Cooking loss

Cooking loss was calculated from differences in the weight of uncooked and cooked samples and expressed as a percentage of the initial weight.

The method used during the test is described in weight (Boles and Swan 1996). The samples were placed in polyethylene bags and cooked in a water bath at 100 ° C until an internal temperature of 75 ° C was obtained. Weight loss after cooking was used as % cooking loss: $100 \times (\text{weight loss}) / \text{initial weight}$.

Sensory analysis

The sensory evaluation of fish salami followed the method described by Siddaiah et al. (2001) using a panel of 5-7 experts familiar with the sensory evaluation of seafood. Three pieces of salamis were cut into pieces in two cm thick. For each panelist and 3 slices from the same salami sample were served. The salamis were shared to five plates, so each panelist could both examine 3 samples and served at the same time. During the panelists, five sensory criteria were evaluated as appearance,

color, smell, texture and taste. The evaluators were also asked to specify the general acceptability score based on the five sensory features.

Statistical analyses

SPSS statistical package (SPSS 15.0 for Windows, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) was used to perform the analysis. The difference of means between pairs was resolved with confidence intervals using a T-Test. The level of significance was set for $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Textural profile results

The mean mechanical properties of Texture Profile Analysis (TPA) tests press peak values are summarized in Table 1. Commercial meat salami and produced fish salami were compared due to their mechanical properties. Hardness and chewiness, in this fish-based product, had values 49.47 (N) and 22.34 (Nmm), respectively. These values were nearly two and three times lower than the taken values from meat salami ($P < 0.05$). But on the other hand, results were little bit higher than the meat salami reported by Lull et al. (2002). Similar values for textural parameters were mentioned in the papers of other researchers in meat products: hardness between 21.3 and 35.3 N for salami (Letelier et al., 1995) and chewiness between 11.6 and 22.8 N for dry-cured hams (Monin, 1998). Moreover, in a cooked meat product such as bologna sausages, hardness values ranged between 27.1 and 45.8 N (Jimenez, 1995). Cohesiveness is a measure of the degree of difficulty to break down the internal structure of the salami. The cohesiveness of prepared salami samples was 0.51 where the value from meat salami was 0.0. Springiness represents the extent of recovery of salami height and sometimes referred to as "elasticity" (Sanderson, 1990). Presented data on Table 1 was 1.05 in fish salami and 0.01 in meat salami. In general, the addition of water and ice in salami preparation made the structure softer and less breakable but the potato starch and soy flour made the product substantial supported by the evidence of the data observed above. The difference of fish and meat salamis in TPA results can be seen in Table 1. As known, soybean protein has protein structure to increase and stabilize oil emulsions and the ability to increase viscosity, tissue and moisture retention and total yield in emulsified products (Kinsella, 1979) so in future work on balancing mechanical properties with potato starch and soya flour content should also be augmented in fish salami.

Table 1. Texture profile analysis results of fish and beef salamis

Products	Hardness (N)	Adhesiveness	Springiness (mm)	Cohesiveness	Chewiness (Nmm)	Resilience
Fish salami	49.47±1.6 ^a	-30.23±4.0 ^a	1.05±0.0 ^a	0.51±0.0 ^a	22.34±7.5 ^a	0.05±0.0 ^a
Beef salami	104.21±21.6 ^b	-0.01±0.0 ^b	0.01±0.0 ^b	0.00±0.0 ^a	60.5±22.0 ^b	0.00±0.0 ^a

Different superscript letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$) $n=10$

The mean mechanical properties from the Kramer shear and Warner Bratzler compression tests press peak values are summarized in Table 2. The shear force values of fish salami were determined by using two mechanical tests. The shear force results were 50.80 and 50.82, respectively. And the firmness values were 3.71N (taken by Warner Bratzler from whole) and 2.70 N (taken from pate penetration Test). On the other hand, taken data from meat salami were 166 N and 178.4 N (Shear force), these values were three times higher than fish salami. Formulated meat texture depends on the composition and processing conditions used. In addition, these factors affect product skin formation, which is also due to salt activation and heat coagulation of myofibrils and sarcoplasmic muscle proteins (Terrell et al., 1991). In contrast, texture measurements have shown that fish salami samples do not contribute as effectively as tissue strength of chicken or red meat myofibril proteins. As already mentioned, it is known that the quality of proteins and oil affects the textural properties of processed foods (Park et al., 2001). But addition of texture modifying agents like potato starch and soy flour, the product became more substantial. These results were similar with the study of Moreira et al. (2002) who prepared emulsified sausage from tilapia fillets to determine their textural parameters. The results obtained are also consistent with the other studies showing that the addition of soy protein or starch improves textural properties by reducing product stiffness (Dawkins et al., 2001; Ho et al., 1997; Prabhu and Sebranek, 1997). Ho et al. (1997) reported that the addition of tofu powder to lean frankfurters improved product texture. In a previous study, Lee (1985) showed that when fish muscle was chopped with NaCl and sodium polyphosphate, a considerable reduction in compressive strength and a marked increase in shear strength occurred after the material was frozen and thawed compared to the fresh material.

Table 2. Mechanical properties of fish and beef salamis and cooking loss results

Methods	Fish salami	Beef salami
Kramer Test		
Force(N)	50.8±4.2 ^a	166.0±1.8 ^b
Warner Bratzler		
Firmness (N)	3.7±0.3 ^a	6.76±1.9 ^b
Force (N)	50.8±2.9 ^a	178.4±18.8 ^b
Pate penetration (N)		
	2.7±0.2 ^a	3.6±0.3 ^b
WHC (%)^{a,b}		
	11.1±0.1 ^a	14.0±0.2 ^b
Cooking loss (%)^b		
	11.0±0.1 ^a	8.1±0.1 ^b

Different superscript letters in the same row indicate significant differences (P < 0.05) n=10

Expressible moisture test was used to determine Water Holding Capacity.

Cooking loss and WHC results were given as percentage (%)

Cook loss and water holding capacity (WHC) results

One of the important features of salami and other emulsified products is its ability to retain and bind moisture and

other liquids in the product both before and after the process. In the present study, cooking loss describes the measurement of the amount of moisture lost during cooking. Water-holding capacity (WHC) test is used to measure how well liquids are kept in the cooked product. Cooking loss and water holding capacity of fish and meat salam sample are shown in Table 2. Due to the results 3% difference was determined. Chang and Carpenter (1997) reported that higher expressible moisture values were found with increased addition of water and lower levels of oat bran. The WHC can be observed to increase and cooking losses decrease with increased addition of soy flour (Dzudie et al., 2002). Sodium polyphosphate is known to act synergistically with NaCl, and increases the water holding capacity of different meat preparations (Huffman et al., 1981; Moore et al., 1976; Neer and Mandigo, 1972) as well as stabilizes color, increases binding among meat particles, and improves cooking yield (Rongey and Bratzler, 1996). As shown in Table 2 cooking loss of fish salami was 11% and the expressible value was determined as 11.12 %. Kerr et al. (2005) suggested that the presence of texture-modifying extenders may reduce binding among the proteins rather than the water binding property of the extenders. The influence of texture-modifying agents on hardness associated with the water binding property of the agents is complicated and remains in dispute. So in the production of fish salami 1.36 g/100g NaCl and 0.17g/100g sodium phosphate was used and determined enough for a substantial product. But to equalize it with meat salami, these ratios should be increased. Pepper and Schmidt (1975) reported that a 2.0 g/100 g NaCl and 0.5 g/100 g sodium phosphate was an optimal combination for obtaining the highest cook yield in red meat product.

Color results

Color is one of the sensory properties that can easily affect the consumer opinions. Visual appearance and color are important factors in consumer's selection of food (Francis and Clydesdale 1975; Hutchings 1999). The colors of meat salamis occurred generally in red or pink colors. By using color additives, it was possible to make salamis with traditional meat salami color. In the study of Gimeno et al. (2000) color values of traditional meat sausage were determined as follows; for L* value 56.14, for a* value 16.85 and for b* value 10.63. But in fish salami the L* value was determined 68.35. a* and b* values can be observed in Table 3. Big difference can be seen in redness (a*) value when compared with meat salami like the stated data of Gimeno et al. (2000). Fish salami was determined to be much less red and nearly same yellow. Similar color results can be seen in the study by Koizumi and Nonaka (1980).

Sensory results

According to the results of sensorial evaluation for each attribute scores were observed higher than 8.0 points. The reported scores show the panel means values (Figure 1). An overall acceptability score of 5 was defined as the lower limit for acceptance. According to the results of overall acceptability,

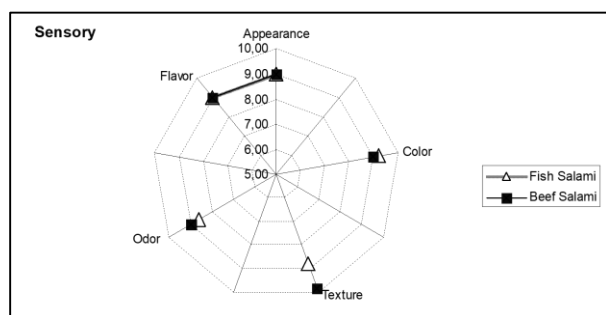
the panelist found the product in the range of “like extremely”. Although the taste of the products was different from meat salami, texture effects dominated the acceptability and the comparison of the product. Lee et al. (1976) reported a good correlation between textural properties and sensory attributes of frankfurters prepared by employing various formulations and processing parameters. This was also true for similar products prepared from chicken (Prusa et al., 1982). Shehata et al. (1989) declared that 6 % of added soy flour to fish protein gave the most favorable sensory scores but the soy flour content of the current study was 2.98% and this content found favorable. In a review article, Szczesniak (1963) argued that properly conducted evaluation tests should yield reliable correlations between instrumental and sensory measurements, especially, for hardness. Thus, instrumental hardness was highly

correlated with sensory texture followed by over all acceptability. Acceptable textural desirability was obtained in the presence of 1.70% starch and 1.70% soy flour in the formulation and this was further improved with the addition of selected spices. But these textural properties should be strengthened if the product aimed to be just like meat salami. These kinds of emulsified products are very sensitive when it comes to consumer acceptance. Whereas other foods compete for consumer preference by, for example, innovating new products and flavors, meat is often graded just by its texture, a factor linked to its perceived quality. Texture and the appearance are the primary considerations made by a consumer in emulsified products. If the texture is too tough or too tender, or its texture has changed, perceptions of the product are normally affected.

Table 3. Color measurement result of fish and beef salamis

Products	L*	a*	b*
Fish Salami	68.35±0.42 ^a	9.78±0.14 ^a	10.64±0.14 ^a
Beef salami	52.14±0.21 ^b	17.50±0.5 ^b	9.15±0.10 ^b

Different superscript letters in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$) $n=10$



a: Score points: 9-like extremely; 8-like very much; 7-like moderately; 6-like slightly; 5-neither like nor dislike; 4-dislike slightly; 3-dislike moderately; 2-dislike very much; 1-dislike extremely

Figure 1. Sensory results of overall acceptability

CONCLUSION

There are dozens types of salamis in the markets but main differences in their types depend on the changes in their texture and flavor. Types are produced due to the character and

traditions of the countries in the world. Essentially most of the salamis are made from pork and meat but the finished product varies according to the kind of meat used and seasoning. But the most important factor for the consumer choice is the texture of the product. That was the reason why the current study based on the texture and the comparison. Research was containing fish salami production and comparison with the most preferred meat salami. Due to the reported results sustainable textural properties were determined for the consumers. Sensorial panel showed us that softer texture might be acceptable for fish salamis. This was the first report on fish salami produced with saithe (*Polachius virens*, L) in Turkey. In future studies shelf life of this product should be determined and different formulations should be denied.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Ege University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project No. 2012-SÜF-014). Used data are taken from the project results. Special thanks to the R&D team of Pinar Meat Company.

REFERENCES

- Boles, J.A. & Swan, J.E. (1996). Effect of post-slaughter processing and freezing on the functionality of hot-boned meat from young bull. *Meat Science*, 44: 11–18. doi:10.1016/S0309-1740(96)00076-9
- Botta, J.R. (1991). Instrument for non-destructive texture measurement of raw Atlantic cod fillets. *Journal of Food Science*, 56:962–964. doi: 10.1111/j.1365-2621.1991.tb14616.x
- Cardoso, C., Mendes, R. & Nunes, M. L. (2008). Development of a healthy low-fat fish sausage containing dietary fibre. *International Journal of Food Science and Technology*. 43:276–283. doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01430.x
- Chang, H.C. & Carpenter, J.A. (1997). Optimizing quality of frankfurters containing oat bran and added water. *Journal of Food Science*, 62:194–197. doi: 10.1111/j.1365-2621.1997.tb04398.x
- Dawkins, N.L., Gager, J., Cornillon, J.P., Kim, Y., Howard, H. & Phelps, O. (2001). Comparative studies on the physicochemical properties and hydration behavior of oat gum and oat trim in meatbased patties. *Journal of Food Science*, 66:1276–1282. doi:10.1111/j.1365-2621.2001.tb15201.x

- De Deckere, E.A.M., Korver, O., Verschuren, P.M. & Kantan, M.B. (1998). Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin, *European Journal of Clinical Nutrition*, 52:749–753. doi:10.1016/0309-1740(98)90009-4
- Dzudie, T., Scher, J. & Hardy, J. (2002). Common bean flour as an extender in beef sausages. *Journal of Food Engineering*, 52:143–147. doi:10.1016/S0260-8774(01)00096-6
- Francis, F.J. & Clydesdale, F.M. (1975). Food colorimetry: theory and applications. AVI Publishing. Westport:477.
- Gerigk, K., Hildebrand, G., Stephan, H. & Wegener, J. (1986). Liver sausage and the food regulations. *Fleischwirtschaft*, 66:882.
- Gimeno, O., Astiasaran, I. & Bello, J. (2000). Calcium ascorbate as a potential partial substitute for NaCl in dry fermented sausages: effect on colour, texture and hygienic quality at different concentrations. *Meat Science*, 57:23-29. doi:10.1016/S0309-1740(00)00070-X
- Ho, K.G., Wilson, L.A. & Sebranek, J.G. (1997). Dried soy tofu powder effects on frankfurters and pork sausage patties. *Journal of Food Science*, 62:434–437. doi:10.1111/j.1365-2621.1997.tb04020.x
- Huffman, D.L., Cross, H.R., Campbell, K.J. & Cordray, J.C. (1981). Effect of salt and tripolyphosphate on acceptability of flaked and formed hamburger patties. *Journal of Food Science*, 46:34–36. doi:10.1111/j.1365-2621.1981.tb14524.x
- Hutchings, J.B. (1999). Food color and appearance. ASPEN Publishing, Gaithersburg: 613.
- Jimenez, F., Carballo, J. & Solas, M.T. (1995). The effect of use of freeze-thawed pork on the properties of Bologna sausages with two fat levels. *Journal of Food Science Technology*, 30:335–345. doi:10.1111/j.1365-2621.1995.tb01382.x
- Kao, W.T. & Lin, K.W. (2006). Quality of reduced-fat frankfurter modified by konjac-starch mixed gels. *Journal of Food Science*, 71(4):326–332. doi:10.1111/j.1750-3841.2006.00003.x
- Kerr, W.L., Wang, X. & Choi, S.G. (2005). Physical and sensory characteristics of low-fat Italian sausage prepared with hydrated oat. *Journal of Food Quality*, 28:62–77. doi:10.1111/j.1745-4557.2005.00010.x
- Kinsella J.E. (1979). Functional properties of soy proteins. *Journal of American Oil Chemists Society*, 56:242–258. doi:10.1007/BF02671468
- Koizumi, C. & Nonaka, J. (1980). Color development of fish sausage with ferrihemochrome-forming nitrogenous bases as possible substitutes for nitrite. *Bulletin of the Japan Society of Scientific Fisheries*, 46(3):373-380.
- Konno, K. (2005). New developments and trends in kababoko and related research in Japan. In: J.W. Park, (Ed), *Surimi and surimi seafood* (pp847-868), CRC Press, Taylor & Francis.
- Kris-Etherton, P.M., Krummel, D., Russell, M.E., Dreon, D., Mackey, S., Borchers, J. & Wood, P.O. (1988). The effect of diet on plasma lipids, lipoproteins and coronary heart disease. *Journal of the American Dietetic Association*, 88:1373–1400.
- Lee, C.M. (1985). Microstructure of meat emulsions in relation to fat stabilization. *Food Microstructure*, 4:63-72.
- Lee, C.M. Whiting, R.C. & Jenkins, R.K. (1987). Texture and sensory evaluations of frankfurters made with different formulations and processes. *Journal of Food Science*, 52: 896-897. doi:10.1111/j.1365-2621.1987.tb14237.x
- Lee, C.M. & Toledo, R.T. (1976). Factors affecting textural characteristics of cooked comminuted fish muscle. *Journal of Food Science*, 41:391-392. doi:10.1111/j.1365-2621.1976.tb00627.x
- Letelier, V., Kastner, C.I., Kenney, P.B., Kropf, D.H., Hunt, M.C. & Garcia, C.M. (1995). Flaked sinew addition to low-fat cooked salami. *Journal Food Science*, 60(2):245–249. doi:10.1111/j.1365-2621.1995.tb05647.x
- Llull, P., Simal, S., Benedito, J. & Rosselló, C. (2002). Evaluation of textural properties of a meat-based product (sobrassada) using ultrasonic techniques. *Journal of Food Engineering*, 53(3):279-285. doi:10.1016/S0260-8774(01)00166-2
- Monin, G. (1998). Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science*, 49(1):231–243. doi:10.1016/S0309-1740(98)90051-1
- Moore, S.L., Theno, D.M., Anderson, C.R. & Schmidt, G.R. (1976). Effect of salt, phosphate and some nonmeat proteins in binding strength and cook yield of a beef roll. *Journal of Food Science*, 41:424–426. doi:10.1111/j.1365-2621.1976.tb00633.x
- Moreira, R.T., Lemos, A.L.D.S.C. & Cristianini, M. (2002). Effect of fat content and soy isolate protein on texture of fish emulsified type sausage. 3-7 Jun 2002 Annual Meeting and Food Expo - Anaheim, California USA.
- Neer, K.L. & Mandigo, R.W. (1972). Effects of salt, sodium tripolyphosphate and frozen storage time on properties of flaked, cured pork product. *Journal of Food Science*, 42:738–742. doi:10.1111/j.1365-2621.1977.tb12592.x
- Panpipat, W. & Yonsawatdigul, J. (2008). Stability of potassium iodide and omega-3 fatty acids in fortified freshwater fish emulsion sausage. *LWT - Food Science and Technology*, 41(3):483-492. doi:10.1016/j.lwt.2007.03.013
- Park, J., Rhee, K.S., Keton, J.T. & Rhee, K.C. (1989). Properties of low-fat frankfurters containing monounsaturated and omega-3 poly-unsaturated oils. *Journal of Food Science*, 54(3):500–504. doi:10.1111/j.1365-2621.1989.tb04637.x
- Pepper, F.H. & Schmidt, G.R. (1975). Effect of Blending time, salt, phosphate, and hot-boned beef on binding strength and cook yield of beef rolls. *Journal of Food Science*, 40:227–230. doi:10.1111/j.1365-2621.1975.tb02168.x
- Perchonok, M.H. & Regenstein, J.M. (1986). Stability at comminution chopping temperatures of model chicken breast muscle emulsions. *Meat Science*, 16:17-29
- Prabhu, G.A. & Sebranek, J.G. (1997). Quality characteristics of ham formulated with modified corn starch and kappa-carrageenan. *Journal of Food Science*, 62:198–202. doi:10.1111/j.1365-2621.1997.tb04399.x
- Prusa, K.J., Bowers, J.A. & Chambers, E. (1982). Instron measurements and sensory scores for texture of poultry meat and frankfurters. *Journal of Food Science*, 47:653-654. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb10142
- Ravishankar, C.N., Setty, T.M.R. & Shetty, T. S. (1992). Method for the preparation of sausages of acceptable quality from Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*) and their shelf-life at different storage temperatures. *Food Control*, 3(3):144-148. doi:10.1016/0956-7135(92)90098-U
- Rongey, E.H. & Bratzler, L.J. (1966). The effect of various binders and meats on the palatability and processing characteristics of Bologna. *Food Technology*, 20: 1228–1231.
- Sanderson, G.R. (1990). Gellan gum. In: P. Harris, (Ed), *Food gels*, (pp 201-232) New York: Elsevier.
- Sawyer, C.A. Biglari, S.D. & Thompson, S.S. (1984). Internal end temperature and survival of bacteria on meats with and without a polyvinyl chloride wrap during microwave cooking. *Journal of Food Science*, 49:972–974. doi:10.1111/j.1365-2621.1984.tb13260.x
- Schubring, R. (2003). Colour measurement for the determination of the freshness of fish. In: J.B. Luten, J. Oehlenschläger and G. Olafsdottir, (Ed), *Quality of fish from catch to consumer: Labelling, monitoring and traceability* (pp 251-263) The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- Schubring, R. (2002). Texture measurement on gutted cod during storage in ice using a hand-held instrument. *Inf. Fischwirtschaft Fischereiforsch.* 49:25–27.
- Shehata, N.A., Ibrahim A.A. & Ghali, N.N. (1989). Effect of supplementing wheat flour with fish protein concentrate-chemical and organoleptic evaluation. *Die Nahrung*, 6:497–501.
- Siddaiah, D., Reddy, G.V.S., Raju, C.V. & Chandrasekhar, T.C. (2001). Changes in lipids, proteins and kamaboko forming ability of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) mince during frozen storage. *Food Research International*, 34:47–53. doi:10.1016/S0963-9969(00)00127-7
- Sikorski, Z. & Sun Pan, B. (1991). Preservation of seafood quality. In F. Shahidi J.R. Botta, (Ed.), *Seafoods: Chemistry, processing technology and quality* (pp 168-195). UK: Blackie Academic and Professional.
- Smewing, J. (1996). Texture Analysis. *Meat International*. 6(7): 37-38.

- Su, Y.K., Bowers J.A. & Zayas, J.F. (2000). Physical characteristics and microstructure of reduced-fat frankfurters as affected by salt and emulsified fats stabilized with nonmeat proteins. *Journal of Food Science*, 65(1):128–132. doi: [10.1111/j.1365-2621.2000.tb15966.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15966.x)
- Szczesniak, A.S. (1963). Objective measurements of food texture. *Journal of Food Science*, 28:410–420. doi: [10.1111/j.1365-2621.1963.tb00219](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00219)
- Terrell, R.N., Ming, C.G., Jacobs, J.A., Smith, G.C. & Carpenter Z.L. (1981). Effect of chloride salts, acid phosphate and electrical stimulation on pH and moisture loss from beef clod muscles. *Journal of Animal Science*, 53:658-659.
- Trautwein, E.A. (2001). N-3 fatty acids—physiological and technical aspects for their use in food. *European Journal of Lipid Science Technology*, 103:45–55. doi: [10.1002/1438-9312\(200101\)103:1<45::AID-EJLT45>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200101)103:1<45::AID-EJLT45>3.0.CO;2-9)
- Yoon, K.S., Lee, C.M. & Hufnagel, L.A. (1991). Effect of washing on the texture and microstructure of frozen fish mince. *Journal of Food Science*, 56: 294-298. doi: [10.1111/j.1365-2621.1991.tb05265.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb05265.x)

KISA ARAŞTIRMA

SHORT COMMUNICATION

Bazı makroalglerin *Drosophila melanogaster*'in hayatta kalışı üzerine etkileri

The effects of some macroalgae on viability of *Drosophila melanogaster*

Şükran Çakır Arıca^{1*}  • Sevil Demirci¹ • Ayşe Özyılmaz¹ • Selda Öz² • Ecem Arslantaş¹

¹ İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Türkiye

² Kırıkkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

* Corresponding author: sukran.cakir@iste.edu.tr

Received date: 22.05.2017

Accepted date: 31.07.2017

How to cite this paper:

Çakır Arıca, Ş., Demirci, S., Özyılmaz, A., Öz, S. & Arslantaş, E. (2017). The effects of some macroalgae on viability of *Drosophila melanogaster*. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34(4):451-454. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.12](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.12)

Öz: Bu çalışmanın amacı üç farklı makroalg (*Codium* sp., *Cystoseira* sp., ve *Polyides* sp.) üzerinde en çok çalışılan ve araştırma yapılan model canlı olan *Drosophila melanogaster* 'in hayatta kalışına etkisinin araştırılmasıdır. *Drosophila melanogaster* 'in niçin çalışıldığının birincil nedeni; bu türün, çok kısa sürede ve hızlı üreme oranına sahip olmasıdır. Diğer laboratuvar hayvanları ile karşılaştırıldıklarında *Drosophila melanogaster* 'in genetik bilgi birikiminin yeterli olmasıdır. Bu nedenle, birçok sentetik ve doğal bileşenin canlıların hayatta kalma oranı üzerine etkisi, ökaryotik bir canlı olan *Drosophila* da sıklıkla test edilmiştir. Tam metamorfoz geçiren bu canlıya test bileşikleri larva evresinde uygulanır ve döngü tamamlandığında, yetişkin formda etki araştırılır. Bu çalışmada, makroalglerden *Codium* sp., *Cystoseira* sp., and *Polyides* sp., özütleri Instant *Drosophila* Medium Formula 4-24' e eklenip *Drosophila melanogaster* 'e larval dönemde, üç grupta verilmiş, kontrol grubunda ise su kullanılmıştır. Bu çalışma, makroalglerden *Codium* sp., *Cystoseira* sp., and *Polyides* sp., özütlerinin, *Drosophila melanogaster* 'in hayatta kalışına pozitif etkisini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Makroalg, *Codium* sp., *Cystoseira* sp., *Polyides* sp., Hayatta kalış, *Drosophila melanogaster*

Abstract: The aim of this study is to investigate the effects of three different macroalgae (*Codium* sp., *Cystoseira* sp., and *Polyides* sp.) on viability of *Drosophila melanogaster* which is the most widely studied insect species in scientific researches. One of the primary reasons why *Drosophila melanogaster* is one of so widely studied insect is because of their extremely fast breeding rate in a very short time. Compared to other laboratory animals, the *Drosophila melanogaster* gene pattern is one of the most widely understood. This may allow some modifications to be made with a very good survival rate. Once these basic functions are completed, the insect hatches and develops into a larval form and starts feeding. At this point, the larvae are fed with what kind of feed want to be tested. In this current study, extracts of macroalgae, *Codium* sp., *Cystoseira* sp., and *Polyides* sp., were added into Instant *Drosophila* Medium Formula 4-24 and given the *Drosophila melanogaster* in three groups. There was also a fourth group (control group) which is not added extracts of macroalgae in their feed but water. The results of this study showed that macroalgae, *Codium* sp., *Cystoseira* sp., and *Polyides* sp., had positive effects on viability of *Drosophila melanogaster*.

Keywords: Macroalgae, *Codium* sp., *Cystoseira* sp., *Polyides* sp., viability, *Drosophila melanogaster*

GİRİŞ

Çok hücreli ökaryotik organizmalardan olan makroalgler, denizlerin önemli canlı kaynaklarından biridir. Ayrıca, birincil üretimin temel prosesi olan fotosentez olayını gerçekleştirdiklerinden dolayı ekolojik açıdan da çok önemli gruptadırlar. Dolayısıyla dengeli bir ekosistem için en önemli yapıtaşlarından biridir (Wilson, 2002).

Bu canlılar zengin biyokimyasal içerikleri nedeniyle gıda, tıp, tarım, hayvancılık ve endüstriyel alanlarda hammadde kaynağı olarak kullanılmaktadır (Ak, 2015). Denizel makroalg hammadde, enerji ve çevre sorunlarının üstesinden gelmek için tercih edilen bir yöntem olarak artan bir öneme sahiptir (Baghel v.d., 2017). Ayrıca, yaşlanma karşıtı olarak dermatolojik tedavide, etken madde kaynağı olarak bir

potansiyel olarak görülmektedir (Wang vd., 2017; Figueiredo vd., 2016). Ayrıca stres kaynaklı metabolik sendromlarda algal bioaktif bileşiklerin terapik yönü son yıllarda önem kazanmıştır (Freile-Pelegrin ve Robledo, 2014). Özellikle kıyılarımızda doğal yayılış alanına sahip olan *Cystoseira* cinsine ait türler hayvan gübre ve gıda işletmeciliğinde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Çetingül vd., 1996). Yapısal polisakkarit ve lignin seviyelerine bağlı olarak, sıvı biyoyakıt üretiminde cazip besin stokları arasındadır. Makroalgler su ortamında yetiştirilebildiğinden, kara kaynaklı bitkilerle dolayısıyla insan gıdalarıyla rekabet halinde değildir. Bu yüzden önemli çevresel avantajlara da sahiptir (Mohseni vd., 2016).

Dünya genelinde, 291 makroalg türü kullanılmaktadır. Bu

makroalgler ekonomik olarak yaklaşık 6 milyar dolar değerinde ürün pazarı oluşturmaktadır. Hem yetiştiricilik hem de doğadan toplama yoluyla 28 milyon ton üretim yapılmaktadır (McHugh, 2003; Ak, 2015). Akdeniz sahillerinde ise Chlorophyta üyelerine ait 82, Phaeophyta üyelerine ait 85, Rhodophyta üyelerine ait 228 takson dağılım göstermektedir (Özvarol, 2009). Algler hücre içinde biriktirdikleri pigment, protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineral maddeler nedeniyle birçok canlı grubu için esansiyeldirler. Bu maddeler; farmasötik ve nutrasötik olarak metabolitler ismi ile anılırlar (Becker, 2007).

Algler aynı zamanda yüksek protein ve yağ içerikleri ile biyoteknoloji çalışmalarında aranan değerli kültür organizmalarıdır. Yetiştiricilik için elverişli olmalarını sağlayan yüksek adaptasyon yeteneği gibi pek çok özelliğe de sahiptirler (Taşkın ve Öztürk, 2005; Wells vd, 2017).

Alglerin özellikle endüstriyel amaçlı kullanımları mikro ve makroalgler düzeyinde farklılıklar göstermektedir. Mikroalglerin üretiminde (bakteriyel kaynaklarda olduğu gibi) kontaminasyon ve hasat zorluk riski nedeniyle, endüstriyel üretimde hammadde kaynağı olarak daha çok denizel makroalgler (*Porphyra*, *Laminaria*, *Gracilaria* gibi) tercih edilmektedir (Özdemir ve Erkmén, 2013).

Makroalglerin katkı maddesi olarak kullanımı ve hatta tıp alanında kullanımı giderek artmaktadır (Murdinah, 2008). Çünkü, 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; Wang vd., 2017) içerdikleri tespit edilmiştir. Algler antioksidan vitamin ve pigmentlerin yanı sıra çoklu doymamış yağ asitlerinin de zengin bir kaynağıdır (Gökpinar vd., 2001). Ayrıca uygun biyolojik özelliklerinden dolayı manupüle edilebilirliği de oldukça yüksektir. Bu nedenle, model organizmalar olarak sıklıkla kullanılmaktadırlar (Creed vd.1998, Pratthep 2003). Bu da yaşlanma ve ömür uzunluğu gibi çalışmalarda (Sarıkaya vd., 2006; Peleg vd., 2016) temel etken madde olarak kullanılmaları imkanını ortaya koymaktadır.

Drosophila melanogaster genotoksitesite (Çakır ve Sarıkaya, 2005; Öz ve Çakır Arica, 2016), yaşlanma ve ömür uzunluğu çalışmaları (Çakır ve Bozcuk, 2000; Sarıkaya vd., 2006), çeşitli hastalıkların moleküler mekanizmalarının araştırılması (Laurent vd., 2013; Broughton vd., 2008; Zhang vd., 2013) gibi çeşitli araştırmalarda da kullanılan bir organizmadır. Ökaryotik bir canlı olan *Drosophila melanogaster* ve memelilerdeki biyolojik, fizyolojik ve nörolojik özelliklerin birçoğu benzerlik göstermektedir (Pandey ve Nichols, 2011).

Bu çalışma, farklı türlerden oluşan algal özütün, *Drosophila*'nın embriyonel gelişim ve hayatta kalışına etkisinin tespiti için bir ön çalışma niteliğindedir. Bu çalışmada temel amaç, farklı türlerden oluşan alg özütlerinin *Drosophila melanogaster*'in hayatta kalışına etkisini araştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

Alg örnekleri

Konacık ve Kale olmak üzere, denizel biota açısından Doğu Akdeniz'in 2 farklı bölgesinden makroalg örnekleri toplandı. Örnekleme Şubat-Mart aylarında yapıldı. Bu türler, Chlorophyta, Phaeophyta ve Rhodophyta olmak üzere üç familyaya aittir. Ait oldukları familya sırasına göre *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Polyides* sp. olarak cins düzeyinde adlandırıldı (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma için örneklenen *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Polyides* sp. fotoğrafları (Anonim)

Figure 1. The sampled photographs of *Codium* sp., *Cystoseira* sp. ve *Polyides* sp. in the study

Alg ekstraktlarının hazırlanması

Dalma ve elle toplama yöntemiyle elde edilen algler, deniz suyu ile yıkanarak epifitler, sedimentler ve diğer organik maddelerden temizlendi. Örneklenen algler, polietilen poşetler içinde laboratuara taşınıp, tuz ve kirliliğin giderilmesi için musluk suyu ile tekrar yıkandı (Sivasankari, 2006). Yıkama işleminden sonra örnekler 0.5 cm ile 1cm boyutunda parçalama işlemine tabi tutuldu. Daha sonra 40 °C'lik etüvde 2 hafta süre ile kurutulan örnekler porselen havanda öğütüldü. Her bir örnekten 20 gr tartılarak, üzerine 200 ml etanol eklendi ve yatay çalkalayıcıda (125 rpm), oda sıcaklığında 24 saat süreyle ekstraksiyona tabi tutuldu. Süre sonunda ekstraksiyon filtre edildikten sonra, evaporatör aracılığıyla etanol uzaklaştırıldı. Elde edilen özütler, denemelerde kullanılıncaya kadar +4°C'de amber rengi şişelerde muhafaza edildi.

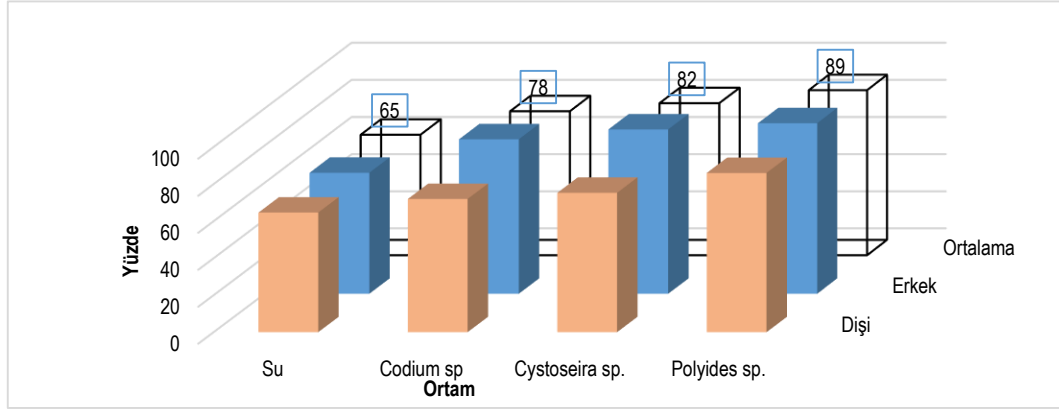
Uygulama ve değerlendirme

Hayatta kalış çalışmalarında *Drosophila melanogaster*'in doğal ırkı olan, oregon, kullanıldı. *Drosophila* stok kültürleri %40-%60 bağıl nem, 25±1°C sıcaklık ile sürekli karanlık koşullarını taşıyan etüvde, hazır *Drosophila* ortamı (Instant *Drosophila* Medium Formula 4-24, Carolina Biological Supply Cooperation, Burlington, NC, USA) içeren şişelerde yaşatıldı. Oregon ırkına ait stoklar boşaltıldıktan sonra ortalama 4 saat içinde virgin (çiftleşmemiş) dişileri toplandı. 1-3 günlük dişi ve erkek bireylerin çaprazlanmasından ortalama 72±1 saat sonra larva toplama işlemi yapıldı. Larvalar besi ortamından musluk suyu ile yıkanarak ayrıldı. Her uygulamada 1,5 gr hazır *Drosophila* ortamı 5 ml test solüsyonu ile ıslatıldı ve 100 larva ortama eklendi (Graf vd, 1989). Alg özütleri 1,5mg/5ml dozunda uygulandı, kontrol grubunda sadece distile su kullanıldı. Her bir örnek ve kontrol grubu için 3 tekrarlı uygulama yapıldı. Test maddeleri içeren ortama gömülen larvalar gelişimlerini tamamlamaya bırakıldı. Her uygulama grubu için pupadan çıkan bireyler eterle bayıltılarak cinsiyetlerine göre ayrıldı, toplam dişi ve erkek birey sayısı kaydedildi (Çakır ve Sarıkaya, 2004). Elde edilen sayısal sonuçlar MS Excel ile grafikte sunuldu.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Codium sp., *Cystoseira sp.* ve *Polyides sp.* özütlerinin *Drosophila melanogaster* larvalarının hayatta kalışları üzerine

etkileri Şekil 2'de sunulmaktadır. Test edilen üç alg özütünün her biri kontrol grubuna göre larvaların hayatta kalış oranlarını pozitif yönde etkilemiştir.



Şekil 2. Dişi, Erkek ve Toplam *Drosophila melanogaster* bireylerinin farklı alg ortamlarda hayatta kalma oranları

Figure 2. The survival rates of *Drosophila melanogaster* by female, male, and total number in the different algae environments

Su kontrol grubunda hayatta kalış oranları hem dişi hem de erkek bireyler için % 65 olarak bulunmuştur. Test edilen her 3 alg grubu içinde hem dişi hem de erkek bireylerde hayatta kalış oranı su kontrol grubuna göre bir artış göstermiştir. Kontrol dâhil tüm gruplarda hayatta kalış oranı erkek bireylerde dişilere nazaran daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, böceklerin metabolik hızının, dış faktörlerden olan besin şartlarıyla değişmesine bağlanabilir (Lanciani vd., 1991; Macedo vd., 2003). Özellikle erkek bireylerdeki artışta, *Drosophila*'nın popülasyon yoğunluğu, besin miktarı ve çeşidi gibi etkenlerde önemli rol oynamaktadır (Koç ve Gülel 2006).

Alg gruplarının su kontrole göre hayatta kalış oranlarındaki artışa bakıldığında *Codium sp.* en az artış gösterirken (%78), *Polyides sp.* (%89) en fazla artış gösteren grup olarak değerlendirilmiştir. Bu artışın nedeni, diğer türlerden farklı olarak bu grubun floridae nişastası depo etme özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. *Polyides sp.* Florideophyceae sınıfına ait bir tür olduğundan bu sınıfın üyelerinin hem floridae nişastasını depo etme özellikleri hem de hücrelerin birleşim

yerlerinde proteini kapak bulundurdıkları bildirilmektedir (Çakı, 2009). Çünkü floridae nişastasının yüksek yapılı bitkilerde bulunan nişasta ile benzer biyokimyasal özellikleri taşıdığı bildirilmektedir (Viola, 2001). Bu durumun *Polyides sp.* grubundaki hayatta kalış oranını olumlu etkilemiştir.

Algler flavonoid ve karotenoid gibi zengin antioksidan özellikteki içerikleri nedeniyle çevre kirliliğinin arttığı günümüzde alternatif besin kaynağı ve etken madde potansiyeli olma açısından da önem kazanmıştır. Modern yaşamın getirdiği olumsuz etkilerin hücreler bazında oluşturduğu hasarların antioksidan besin katkıları ile tolere edilerek günümüzde erken yaşlanmaya neden olan metabolizmal hastalıkların azaltılabileceği fikri kabul görmektedir. Bu bağlamda alglerin hayatta kalma, hücredeki serbest radikallerin etkisiz hale getirilmesi ve anti kanser etkileri gibi potansiyellerinin araştırılması benzeri çalışmalar, sucul kaynakların değerlendirilebilirliğini arttırmak ve alternatif tip arayışları açısından önemlidir.

KAYNAKÇA

- Ak, İ. (2015). Sucul ortamın ekonomik bitkileri; makro algler. *Dünya Gıda Dergisi*. Aralık Sayısı: 88-97.
- Arasaki, S. & Arasaki, T. (1983). Vegetables from the sea. *Japanese Publishing Industry Japan Publ. Inc.*, Tokyo, 96:251-223.
- Baghel, R.S., Mantri, V.A. & Reddy, C.R.K. (2017). A New Wave of Research Interest in Marine Macroalgae for Chemicals and Fuels: Challenges and Potentials. *Fuels, Chemicals and Materials from the Oceans and Aquatic Sources*, 43-63. doi: [10.1002/9781119117193.ch3](https://doi.org/10.1002/9781119117193.ch3)
- Becker, E.W. (2007). Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, 25(2): 207-210. doi: [10.1016/j.biotechadv.2006.11.002](https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.002)
- Broughton, S., Alic, N., Slack, C., Bass, T., Ikeya, T., Vinti, G. & Partridge, L. (2008). Reduction of DILP2 in *Drosophila* triages a metabolic phenotype from lifespan revealing redundancy and compensation among DILPs. *PLoS one*, 3(11), e3721. doi: [10.1371/journal.pone.0003721](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003721)
- Chandini, S.K., Ganesan, P. & Bhaskar, N. (2008). In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. *Food Chemistry*, 107(2):707-713. doi: [10.1016/j.foodchem.2007.08.081](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.081)
- Creed, J.C., Kain, J.M. & Norton, T.A. (1998). An Experimental Evaluation of Density and Plant Size in Two Large Brown Seaweeds. *J Phycol*, 34:39-52. doi: [10.1046/j.1529-8817.1998.340039.x](https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1998.340039.x)
- Çakı, Z. (2009). Ege Denizi kıyısında bulunan bazı makro yosun türleri antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri tanımlanmaktadır. *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi* (pp 119) Manisa, Türkiye.
- Çakır, Ş. & Bozcuk, A.N. (2000). Longevity in some wild type and hybrid strains of *Drosophila melanogaster*. *Turkish Journal of Biology*, 24(2):321-330.
- Çakır, Ş. & Sarıkaya, R. (2005). Genotoxicity testing of some organophosphate insecticides in the *Drosophila* wing spot test. *Food and Chemical Toxicology*, 43(3):443-450. doi: [10.1016/j.fct.2004.11.010](https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.11.010)

- Çetingöl, V., Aysel, V. & Kurumlu, Y. (1996). *Cystoseira barbata* (Good et Woodw) C.Ag., (Fuciales, Fucophyceae)'nin Aminoasit İçeriklerinin Saptanması. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13(1-2):119-121.
- Durmaz, Y., Işık, O., Bandarra, N.M., Ciriş, S., Turan, G. & Gökpinar, Ş. (2002). *Porphyridium cruentum* (Rhodophyceae) yağ asitleri kompozisyonuna kurutma yöntemlerinin etkisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(1-2):189-195.
- Figueiredo, F., Encarnação, T. & Campos, M.G. (2016). Algae as Functional Foods for the Elderly. *Food and Nutrition Sciences*, 7(12):1122. doi: [10.4236/fns.2016.712107](https://doi.org/10.4236/fns.2016.712107)
- Freile-Pelegrín, Y. & Robledo, D. (2014). Bioactive phenolic compounds from algae. *Bioactive Compounds from Marine Foods: Plant and Animal Sources*, 113-129.
- Gökpinar, Ş., Göksan, T. & Durmaz, Y. (2001). PUFA Kaynağı Olarak Mikroalgler, XI. Ulusal Balıkçılık Bilim Sempozyumu, Hatay, Türkiye: Bildiriler Kitabı.
- Graf, S.A. & Sokolowski, M.B. (1989). Rover/sitter *Drosophila melanogaster* larval foraging polymorphism as a function of larval development, food-patch quality, and starvation. *Journal of Insect Behavior*, 2(3):301-313. doi: [10.1007/BF01068057](https://doi.org/10.1007/BF01068057)
- Koç, Y. & Gülel, A. (2006). Fotoperiyot ve Besin Çeşidinin *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (Diptera: Drosophilidae) Gelişim Süresi, Ömür Uzunluğu, Verim ve Eşey Oranına Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2):204-212.
- Lanciani, Carmine A., John Anderson F. & James Giesel. T. (1991). Effect of photoperiod on metabolic rate in a subtropical population of *Drosophila melanogaster*. *Comparative Biochemistry & Physiology Part A: Physiology* 100(2):347-348. doi: [10.1016/0300-9629\(91\)90480-Z](https://doi.org/10.1016/0300-9629(91)90480-Z)
- Laurent, R.S., O'Brien, L.M., & Ahmad, S.T. (2013). Sodium butyrate improves locomotor impairment and early mortality in a rotenone-induced *Drosophila* model of Parkinson's disease. *Neuroscience*, 246: 382-390. doi: [10.1016/j.neuroscience.2013.04.037](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2013.04.037)
- Macedo, L.P.M., Souza, B., Carvaiho, C.F. & Ecole, C.C. (2003). Influence of the Photoperiod on Development and Reproduction of *Chrysoperia externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*, 32(1):91-96. doi: [10.1590/S1519-566X2003000100013](https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000100013)
- McHugh, D.J. (2003). A guide to the Seaweed Industry. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Roma, Italya, 103 p.
- Mohseni, S., Pishvae, M.S. & Sahebi, H. (2016). Robust design and planning of microalgae biomass-to-biodiesel supply chain: A case study in Iran. *Energy*, 111:736-755. doi: [10.1016/j.energy.2016.06.025](https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.06.025)
- Muridinah, V.D. (2008). Application of Bio Aktivatörs to Produce Organic Fertilizer From Seaweed Processing Waste. *Journal of Applied and Industrial Biotechnology in Tropical Region*, Vol. 1 (Special Edition) ISSN:1979 9748
- Öz, S. & Çakır Arica, Ş. (2016). Evaluation of antigenotoxic effect of *Myrtus communis* L. (myrtle) fruit extract. *International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16)*, March 19-20 2016, Kilis, Türkiye, Oral presentation, *Proceeding Book*, 2474-2481.
- Özdemir, N. & Erkmen, J. (2013). Yenilebilir Biyoplastik Üretiminde Alglerin Kullanımı. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(8):89-104.
- Özvarol, Y. (2009). Doğu Akdeniz Kıyılarının (Gazipaşa- İskenderun) Makrobentik Deniz Florasının. Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü* (pp 130) Isparta, Türkiye.
- Pandey, U.B. & Nichols, C.D. (2011). Human disease models in *Drosophila melanogaster* and the role of the fly in therapeutic drug discovery. *Pharmacological reviews*, 63(2):411-436. doi: [10.1124/pr.110.003293](https://doi.org/10.1124/pr.110.003293)
- Peleg, S., Feller, C., Fome, I., Schiller, E., Sévin, D.C., Schauer, T. & Nogueira, M.S. (2016). Life span extension by targeting a link between metabolism and histone acetylation in *Drosophila*. *European Molecular Biology Organization reports*: 17(3):455-469.
- Prathep, A., Marrs, R.H. & Norton, T.A. (2003). Spatial and Temporal Variations in Sediment Accumulation in An Algal Turf and Their Impact on Associated Fauna. *Mar Biol* 142:381-90. doi: [10.1007/s00227-002-0940-4](https://doi.org/10.1007/s00227-002-0940-4)
- Sarıkaya, R., Çakır, Ş. & Solak, K. (2006). Development of protective agents *Drosophila melanogaster*'de (mwhxflr) the effect of the length of life (in Turkish). *Kastamonu Education Magazine*, 14(1):173-184.
- Sivasankari, V.D. (2006). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, 97(14):1745-1751. doi: [10.1016/j.biortech.2005.06.016](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.06.016)
- Taşkın, E. & Öztürk, M. (2005). Evaluation of Species in taxonomy of Algae and Brown Turkey (in Turkish). *Turkish Journal of Aquatic Life*, 3(4):137-144.
- Viola, R. Nyvall P. & Pedersen M. (2001). The unique features of starch metabolism in red algae." *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268.1474:1417-1422. doi: [10.1098/rspb.2001.1644](https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1644)
- Wang, H.M.D., Li, X.C., Lee, D.J. & Chang, J.S. (2017). Potential biomedical applications of marine algae. *Bioresource Technology*, 244(2):1407-1415. doi: [10.1016/j.biortech.2017.05.198](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.198)
- Wells, M.L., Potin, P., Craigie, J.S., Raven, J.A., Merchant, S.S., Helliwell, K.E. & Brawley, S. H. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of Applied Phycology*, 29(2):949-982. doi: [10.1007/s10811-016-0974-5](https://doi.org/10.1007/s10811-016-0974-5)
- Wilson, S. 2002. Nutritional Value of Detritus and Algae in Blenny Territories on the Great Barrier Reef. *J. of Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 271:155-169. doi: [10.1016/S0022-0981\(02\)00035-7](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00035-7)
- Zhang, F., Zhao, Y. & Han, Z. (2013). An in vivo functional analysis system for renal gene discovery in *Drosophila* pericardial nephrocytes. *Journal of the American Society of Nephrology*, 24:1-7. doi: [10.1681/ASN.2012080769](https://doi.org/10.1681/ASN.2012080769)

SHORT COMMUNICATION

KISA ARAŞTIRMA

Length-weight relationships for 11 fish species from the Central Black Sea, Turkey

Orta Karadeniz'den 11 balık türünün boy-ağırlık ilişkileri

Osman Samsun¹ • Okan Akyol^{2*}  • Tefvik Ceyhan² • Yakup Erdem¹

¹ Sinop University Faculty of Fisheries, Sinop, Turkey

² Ege University Faculty of Fisheries, Izmir, Turkey

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

Received date: 25.07.2017

Accepted date: 14.08.2017

How to cite this paper:

Samsun, O., Akyol, O., Ceyhan, T. & Erdem, Y. (2017). Length-weight relationships for 11 fish species from the central black sea, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):455-458. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.13](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.13)

Abstract: This study reports length-weight relationships (LWRs) of the 11 fish species in the Central Black Sea. The values of b ranged from 2.523 (± 0.62) for *Liza aurata* to 3.445 (± 0.56) for *Sarda sarda*. The median value of b was 2.933. The information about the length-weight relationships of fish species in the Black Sea is still very scarce and incomplete. The LWR for *Sparus aurata* was not recorded before for the Black Sea. Consequently, this paper contributes the LWR of some Black Sea fishes, especially with *S. aurata* and *Diplodus annularis*, which are given for the first time.

Keywords: Length-weight relationship, fish, size, Black Sea

Abstract: Bu çalışma Orta Karadeniz'den 11 balık türünün boy-ağırlık ilişkilerini rapor etmektedir. İlişkilerin b değeri *Liza aurata* için 2.523 (± 0.62)'ten *Sarda sarda* için 3.445 (± 0.56)'e değişmektedir. b 'nin medyan değeri 2.933'tür. Karadeniz'de balık türlerinin boy-ağırlık ilişkileri üzerine bilgi hala eksik ve tamamlanmamıştır. Sonuç olarak bu makale, özellikle ilk kez verilen *S. aurata* ve *Diplodus annularis*'le birlikte bazı Karadeniz balıklarının, boy-ağırlık ilişkilerine katkıda bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Boy-ağırlık ilişkisi, balık, boyut, Karadeniz

INTRODUCTION

Length-weight relationship (LWR) studies are useful for fisheries research because they: (a) allow the conversion of growth-in-length equations to growth-in-weight for use in stock assessment models; (b) allow the estimation of biomass from length observations; (c) allow an estimate of the condition of the fish; and (d) to make interregional comparisons of life histories of species (Stergio and Moutopoulos, 2001).

The knowledge of some biological parameters of fish such as size values (i.e. minimum, maximum, and mean), and size relationships (i.e. length-weight) helps for the sustainable exploitation of the Black Sea's natural resources (Yankova et al., 2011). Besides, LWRs are important for FishBase, as well. However, when we looked into the FishBase, LWR parameters of fishes from the Black Sea are not enough; therefore, it should be improved.

This study presents the parameters of LWR for 11 fish species from the Central Black Sea of Turkey, including *Alosa immaculata* Bennett, 1835, *Belone belone* (Linnaeus, 1761), *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758), *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758),

Liza aurata (Risso, 1810), *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758), *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927, *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766), *Sarda sarda* (Bloch, 1793) and *Sparus aurata* Linnaeus, 1758.

MATERIAL AND METHODS

Total of 19092 specimens were collected from commercial coastal gillnet and bottom trawl fisheries, which have especially landed at Sinop fishing ports in the Central Black Sea, between September 2016 and February 2017.

Total length (TL) of fish was measured to nearest ± 0.1 cm and ± 0.1 g. Length-weight relationship (LWR) was computed from the following formula: $W = a \times TL^b$, which is estimated through logarithmic transformation: $\log W = \log a + b \log L$,

Where W is weight, a and b are constants. The obtained coefficients were analysed with ANOVA (Zar, 1996). The degree of relationship between the variables was computed by the determination coefficient, R^2 . The null hypothesis of isometric growth ($H_0: b = 3$) was tested by t -test, using the statistic: $t_s = (b-3)/S_b$, where S_b is the standard error of the slope

for $\alpha = 0.05$ (Sokal and Rohlf, 1987). All calculations were performed using the SPSS 20.0 software package.

RESULTS AND DISCUSSION

The sample size, minimum, maximum length and weights for each species, the parameters a and b of the LWRs, the SE of b , and the coefficient of determination R^2 are indicated in Table 1.

The values of b ranged from 2.523 (± 0.62) for *L. aurata* to 3.445 (± 0.56) for *S. sarda*. The median value of b was 2.933 (Figure 1). The exponent b was mostly close to 3. Concerning the type of growth, isometric growth in 9 species, negative allometry in 1 species, and positive allometry in 1 species were obtained. The R^2 values ranged from 0.864 for *S. aurata* to 0.981 for *A. immaculata*

Table 1. Following are the descriptive statistics and estimated parameters of the LWR of fish species caught from the Central Black Sea. L = total length, n = sample size, SE = standard error, R^2 = coefficient of determination, a = intercept, b = slope

Species	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	±SE (b)	R ²	t-test
<i>Alosa immaculata</i>	1312	11.5-34.9	9.5-381.2	0.028	3.32	0.13	0.98	p<0.05
<i>Belone belone</i>	647	28.8-51.6	26.9-177.2	0.008	3.09	0.47	0.87	p>0.05
<i>Diplodus annularis</i>	210	12.5-23.4	39.9-249.3	0.031	2.84	0.56	0.92	p>0.05
<i>Trachurus mediterraneus</i>	1870	7.1-20.3	3.2-67.7	0.010	2.93	0.23	0.89	p>0.05
<i>Engraulis encrasicolus</i>	10062	5.5-14.5	0.9-17.4	0.008	2.86	0.10	0.89	p>0.05
<i>Liza aurata</i>	255	20.2-40.8	81.2-618.4	0.044	2.52	0.62	0.87	p>0.05
<i>Merlangius merlangus</i>	1891	7.5-23.4	3.7-113.8	0.010	2.90	0.19	0.93	p>0.05
<i>Mullus barbatus ponticus</i>	1602	8.2-19.8	5.6-86.5	0.007	3.15	0.14	0.97	p>0.05
<i>Pomatomus saltatrix</i>	820	16.1-27.5	32.5-227.9	0.005	3.25	0.27	0.95	p>0.05
<i>Sarda sarda</i>	314	24.8-62.8	152.6-2478.5	0.002	3.45	0.56	0.97	p>0.05
<i>Sparus aurata</i>	109	15.7-21.2	62.2-136.8	0.035	2.70	0.10	0.86	p<0.05

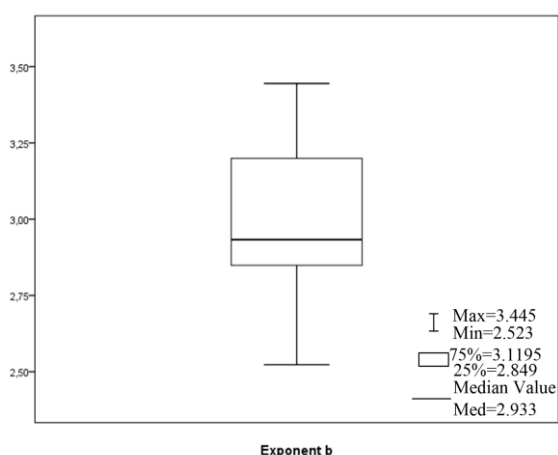


Figure 1. Box-whisker plots of the exponent b of the LWR for 11 fish species from the Central Black Sea, Turkey

The information about the length-weight relationships of fish species in the Black Sea is still very scarce and incomplete. Data about previous studies of LWRs for fish species from the

Black Sea are presented in Table 2. Among these fishes, LWR for two species, *D. annularis* and *S. aurata* could not found in the previous studies.

Table 2. Some of the results of LWR parameters estimated in different localities of the Black Sea for the similar fish species targeted in the present study

<i>Mullus barbatus ponticus</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Kalaycı et al. (2007)	176	6.6-18.4	2.9-60.2	0.011	2.96	0.98
Demirhan and Can (2007)	432	6.8-14.6	-	0.005	3.24	0.97
Ak et al. (2009)	714	6.1-21.9	2.1-161.1	0.007	3.14	0.99
Aksu et al. (2011)	699	7.3-18.7	-	0.011	2.97	0.98
Özdemir and Duyar (2013)	225	9.3-20.1	8.6-87.9	0.011	2.98	0.97
Aydın and Karadumuş (2013)	1435	6.4-21.5	2.1-105.4	0.009	3.03	0.97
Kasapoğlu and Düzgüneş (2014)	2693	5.3-19.0	1.2-73.4	0.007	3.12	0.96
This study	1602	8.2-19.8	5.6-86.5	0.007	3.15	0.97

<i>Merlangius merlangus</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Kalaycı et al. (2007)	176	6.6-18.4	2.9-60.2	0.011	2.96	0.98
Demirhan and Can (2007)	432	6.8-14.6	-	0.005	3.24	0.97
Ak et al. (2009)	714	6.1-21.9	2.1-161.1	0.007	3.14	0.99
Aksu et al. (2011)	699	7.3-18.7	-	0.011	2.97	0.98
Yankova et al. (2011)*	3715	5.5-22.5	1.1-80.9	0.004	3.15	0.99
Erdoğan-Sağlam and Sağlam (2012)	1884	10.1-23.1	6.3-96.7	0.006	3.04	0.88
Özdemir and Duyar (2013)	225	9.3-20.1	8.6-87.9	0.011	2.98	0.97
Aydın and Karadumuş (2013)	1435	6.4-21.5	2.1-105.4	0.009	3.03	0.97
Kasapoğlu and Düzgüneş (2014)	2292	5.9-22.2	1.4-73.7	0.005	3.15	0.92
This study	1891	7.5-23.4	3.7-113.8	0.010	2.90	0.93
<i>Pomatomus saltatrix</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Kalaycı et al. (2007)	143	13.2-21.7	23.2-88.2	0.013	2.86	0.92
Ak et al. (2009)	14	11.6-21.2	12.0-131	0.003	3.34	0.96
Özdemir et al. (2010)	529	9.7-23.1	9.8-126.9	0.003	3.40	0.98
Özdemir and Duyar (2013)	207	12.2-24.0	15.4-127.2	0.005	3.25	0.98
Kasapoğlu and Düzgüneş (2014)	25	12.5-20.2	16.0-75.2	0.009	3.01	0.87
This study	820	16.1-27.5	32.5-227.9	0.005	3.25	0.95
<i>Engraulis encrasicolus</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Kalaycı et al. (2007)	575	8.0-14.7	2.9-19.1	0.017	2.60	0.85
Özdemir et al. (2010)	363	7.6-14.6	2.7-18.8	0.009	2.83	0.96
Yankova et al. (2011)*	4027	10.3-15.7	8.3-24.5	0.024	2.51	0.99
Özdemir and Duyar (2013)	696	8.0-13.6	3.5-16.4	0.018	2.62	0.88
Kasapoğlu and Düzgüneş (2014)	1588	5.9-14.6	1.1-18.1	0.012	2.77	0.94
This study	10062	5.5-14.5	0.9-17.4	0.008	2.86	0.89
<i>Alosa immaculata</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Kalaycı et al. (2007)	227	11.9-27.6	10.0-177.0	0.005	3.12	0.94
Özdemir et al. (2010)	529	13.6-33.6	14.7-297.7	0.039	3.18	0.98
Yankova et al. (2011)*	191	24.2-37.7	175.0-515.0	0.071	2.49	0.78
Özdemir and Duyar (2013)	489	13.6-35.2	10.2-300.3	0.004	3.21	0.98
This study	1312	11.5-34.9	9.5-381.2	0.028	3.32	0.98
<i>Trachurus mediterraneus</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Özdemir et al. (2010)	1300	7.8-18.0	3.6-49.8	0.009	3.05	0.96
Yankova et al. (2011)*	1432	7.0-18.4	4.5-55.0	0.005	3.17	0.92
Özdemir and Duyar (2013)	526	9.4-15.1	4.6-25.2	0.003	3.30	0.90
This study	1870	7.1-20.3	3.2-67.7	0.001	2.93	0.89
<i>Belone belone</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Samsun (1995)	643	31.2-52.2	31.6-167.7	0.0006	3.18	0.94
Polat et al. (2009)	278	23.7-60.3	12.0-277.0	0.0005	3.25	0.94
Bilgin et al. (2014)	1211	22.2-65.1	-	0.0005	3.14	0.92
This study	647	28.8-51.6	26.9-177.2	0.008	3.10	0.87
<i>Liza aurata</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Bilgin et al. (2006)	500	16.2-44.0	10.0-917.0	0.004	3.21	0.75
This study	255	20.2-40.8	81.2-618.4	0.044	2.52	0.87
<i>Sarda sarda</i>						
Authors	n	L _{min} -L _{max}	W _{min} -W _{max}	a	b	R ²
Oray et al. (1997)**	332	31.0-66.0	380-4848	0.007	3.23	0.94
Oray et al. (2004)**	415	21.8-70.5	110-5000	0.004	3.33	-
Ateş et al. (2008)**	694	23.5-71.0	122-4724	0.005	3.22	0.98
Yankova et al. (2011)*	411	29.0-37.6	300-880	0.001	3.84	0.89
Kahraman et al. (2014)**	212	17.7-63.0	69-3860	0.010	3.09	0.99
Kasapoğlu and Düzgüneş (2014)	36	28.1-37.5	234-518	0.050	2.56	0.89
This study	314	24.8-62.8	152.6-2479	0.0022	3.45	0.97

* Bulgarian Black Sea waters

**Fish from both Black Sea and the Sea of Marmara

The values of parameter *b* for all fish species in the study were between 2.5 and 3.5 as recommended by Froese (2006). The LWR for *Sparus aurata* was not being recorded before for the Black Sea. Additionally, the LWRs of *B. belone*, *D.*

annularis, *L. aurata*, and *S. aurata* from the Black Sea were not presented in FishBase, as well. Fish samples in this study were monthly collected throughout two seasons, autumn, and winter. So, the data are representative seasonally, and estimated

parameters of LWR should not be considered as mean annual values. In addition, Froese (2006) stated that small specimens have a different LWR from larger specimens. Due to the gear's selection properties (*i.e.*, legal mesh sizes), our fish samples do not include small sized individuals for all the species.

REFERENCES

- Ak, O., Kutlu, S. & Aydın, İ. (2009). Length-weight relationship for 16 fish species from the Eastern Black Sea, Türkiye. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9:125-126.
- Aksu, H., Erdem, Y., Özdemir, S. & Erdem, E. (2011). Estimation of some population parameters of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) caught in the Black Sea. 5:345-353. doi: [10.3153/jfscom.2011039](https://doi.org/10.3153/jfscom.2011039)
- Ateş, C., Deval, M.C. & Bök, T. (2008). Age and growth of Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) in the Sea of Marmara and Black Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 24:546-550. doi: [10.1111/j.1439-0426.2008.01102.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01102.x)
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013). An investigation on age, growth and biological characteristics of red mullet (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) in the Eastern Black Sea. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 12:277-288.
- Bilgin, S., Bircan, R., Sümer, Ç., Özdemir, S., Çelik, E.Ş., Ak, O., Satılmış, H.H. & Bayraklı, B. (2006). Population features and reproduction biology of golden grey mullet *Liza aurata* (Risso, 1810) (Pisces: Mugilidae) in the Middle Black Sea (Sinop-Samsun Regions). *Firat Univ. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18:49-62. [in Turkish].
- Bilgin, S., Taşçı, B. & Bal, H. (2014). Population dynamics of the garfish, *Belone euxini* (Belonidae; Belone) from the south-east Black Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94:1687-1700. doi: [10.1017/S0025315414000769](https://doi.org/10.1017/S0025315414000769)
- Demirhan, S.A. & Can, M.F. (2007). Length-weight relationships for seven fish species from the Southeastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 282-283. doi:[10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00835.x)
- Erdoğan Sağlam, N. & Sağlam, C. (2012). Population parameters of whiting (*Merlangius merlangus euxinus* L., 1758) in the south-eastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12:831-839. doi: [10.4194/1303-2712-v12_4_11](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_4_11)
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: History, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22:241-253. doi:[10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x)
- Kahraman, A.E., Göktürk, D., Yıldız, T. & Uzer, U. (2014). Age, growth and reproductive biology of the Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793) from the Turkish coast of the Black Sea and the Sea of Marmara. *Turkish Journal of Zoology*, 38:614-621. doi:[10.3906/zoo-1311-25](https://doi.org/10.3906/zoo-1311-25)
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007). Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7:33-36.
- Kasapoğlu, N. & Düzgüneş, E. (2014). Length-weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. *Mediterranean Marine Science*, 15(1):95-100. doi: [10.12681/mms.463](https://doi.org/10.12681/mms.463)
- Oray, I.K., Özberk, G. & Karakulak, F.S. (1997). Investigations on the purse seine fishing of bonitos, *Sarda sarda* (Bloch, 1793), in Turkish waters in 1995. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 46:283-287.
- Oray, I.K., Karakulak, F.S. & Zengin, M. (2004). Report on the Turkish bonito (*Sarda sarda*) fishery in 2000/2001. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 56:784-788.
- Özdemir, S., Erdem, E., Aksu, H. & Birinci-Özdemir, Z. (2010). Determination of catch composition and length-weight relationship of some pelagic fishes caught by pairly midwater trawl. *Journal of FisheriesSciences.com*, 15(1):427-436. doi: [10.3153/jfscom.2010046](https://doi.org/10.3153/jfscom.2010046) [in Turkish].
- Özdemir, S. & Duyar, H.A. (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea coasts, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*, 1:405-407.
- Polat, N., İnceismail, Y., Yılmaz, S. & Bostancı, D. (2009). Age determination, age-length and length-weight relationships of garfish (*Belone belone* L., 1761) in the Black Sea (Samsun). *Journal of FisheriesSciences.com*, 3:187-198. doi: [10.3153/jfscom.2009023](https://doi.org/10.3153/jfscom.2009023) [in Turkish].
- Samsun, O. (1995). The determination of some parameters about growth characteristics of garfish (*Belone belone euxini* Günther, 1866) caught in the area of Sinop (Black Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12:347-355. [in Turkish].
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.L. (1987). Introduction to biostatistics, 2nd edn. Freeman, New York. pp. 363.
- Stergiou, K.I. & Moutopoulos, D.K. (2001). A review of length-weight relationships of fishes from Greek Marine Waters. *Naga, The ICLARM Quarterly*, 24:23-39.
- Yankova, M., Pavlov, D., Raykov, V., Mihneva, V. & Radu, G. (2011). Length-weight relationships of ten fish species from the Bulgarian Black Sea waters. *Turkish Journal of Zoology*, 35:265-270. doi:[10.3906/zoo-0912-44](https://doi.org/10.3906/zoo-0912-44)
- Zar, J.H. (1996). Biostatistical Analysis, 3rd edn. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. pp. 662.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Sinop University, Scientific Research Project Funding for their financial support [Project Number: SÜF-1901-15-02].

TEKNİK NOT

TECHNICAL NOTE

İstilacı balık türü *Pseudorasbora parva* (Temminck ve Schlegel, 1846) Çakıl Balığı'nın Gökçeada (Çanakkale)'dan ilk kaydı

First record for invasive Topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) from Gökçeada (Çanakkale)

İlker Bakaç^{1*} • Şükran Yalçın Özdilek² • F. Güler Ekmekçi³

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Terzioğlu Yerleşkesi, 17100 Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Terzioğlu Yerleşkesi, 17100 Çanakkale, Türkiye

³ Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Beytepe Yerleşkesi, 06100 Ankara, Türkiye

* Corresponding author: ilkerbakac@gmail.com

Received date: 22.05.2017

Accepted date: 29.06.2017

How to cite this paper:

Bakaç, İ., Yalçın Özdilek, Ş. & Ekmekçi, F.G. (2017). First record for invasive Topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck and Schlegel, 1846) from Gökçeada (Çanakkale). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):459-462. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.14](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.14)

Öz: Çanakkale ilinde yürütülen Biyolojik Çeşitlilik ve Envanter Tarama çalışmaları kapsamında 08.06.2016 tarihinde yapılan arazi çalışmasında Ege denizindeki adalarda ilk kez Gökçeada rezervuarında *Pseudorasbora parva*'ya rastlanmıştır. Deniz bariyerine karşın Gökçeada'da bu türün bulunması, istilacı türlerin insan etkisiyle yayılış alanının genişlemesinin çok açık bir kanıtıdır. Türkiye iç sularına kolay adapte olan ve hızlı bir şekilde yayılış gösteren bu istilacı türün morfometrik ölçümleri alınmış ve Ege adaları için ilk kez kayıt olarak rapor edilmiştir.

Anahtar kelimeler: İstilacı balık türü, Ege adaları, balıklandırma, Gökçeada rezervuarı

Abstract: *Pseudorasbora parva* was found in the Gökçeada Reservoir in the field study within the scope of the Biodiversity and Inventory Screening studies carried out in Çanakkale, conducted on 08.06.2016. Despite the sea barrier, the presence of this species in Gökçeada is a very clear evidence of the expansion of the invasive species by anthropogenic effects. Morphometric measurements of this invasive species, which is easy to adapt to the inland waters and spread rapidly, was made and it was reported that this species firstly existed in Aegean islands.

Keywords: Invasive Fish Species, Aegean islands, Fish stocking, Gökçeada reservoir

GİRİŞ

Türkiye tatlısuları balık biyoçeşitliliği bakımından zengin bir fauna'ya sahiptir (Atalay ve Toslak, 2013; Freyhof vd., 2014; Çiçek vd., 2015). Tatlısu kaynaklarına yapılan su kanalları, barajlar, arıtılmadan suya verilen evsel atıklar, aşırı avcılık, su kaynağında doğal olarak bulunmayan balıkların aşılınması doğal fauna üzerinde tahribe neden olmaktadır. Bu bahsedilen faaliyetler tatlısu kaynağında doğal olarak bulunan balık türlerinin beslenmesi, üremesi ve neslini devam ettirebilmesindeki olumsuz etkiyi arttırmakta ya popülasyonda azalmaya ya da neslin devamlılığının sağlanamamasına neden olmaktadır (Ekmekçi vd., 2013).

Tatlısu kaynağında inceleme yapmadan kontrolsüzce yapılan yabancı balık aşılama çalışmaları bulundukları bölgede istilacı olabilmektedir. Kontrolsüzce yapılan balık aşılama çalışmalarının doğal türler üzerindeki rekabet, habitat değiştirme, predatörlük, hibridizasyon, parazitlik ve hastalıklar gibi olumsuz etkileri olabileceği bilinmektedir (Ekmekçi ve Kırnkaya, 2006).

Pseudorasbora parva (Temminck ve Schlegel, 1846) istilacı balık türünün yayılış alanı Uzak Doğu Asya'dır (Banarescu, 1999). Zengin tatlı su ihtiyofaunasına sahip olan Türkiye sularında yayılan bu istilacı balık türü ortamda bulunan doğal balık türleri için tehdit oluşturmaktadır (Polat vd., 2011). Bu tehdit bu balığın taşıdığı parazitin de benzer şekilde hızlı yayılmasıyla da kendini göstermektedir (Ercan vd., 2015). Bu istilacı balık türüne Türkiye'de ilk kez 1982 yılında Trakya bölgesinde rastlanılmıştır (Erk'akan, 1984). Bulunduğu bölgeye kısa sürede uyum sağlayan, yayılmacı ve istilacı bir tutum sergileyen bu balık hızlı bir şekilde Türkiye'nin pek çok tatlısu havzasına yayılmıştır (Çetinkaya 2006, Ekmekçi vd., 2013). Ancak Çanakkale ili tatlısu kaynakları ile Gökçeada bölgesine dair böyle bir kayda rastlanmamıştır. Bu çalışmada Gökçeada'da kaydedilen *P. parva* istilacı türünün varlığı, yakalanan bireylere ait bazı morfometrik ve meristik özellikleri belirlenmiştir. Anadolu'nun yakın su havzalarına av araçlarının taşınması veya canlı balık aşılama çalışmaları esnasında giriş yaptığı

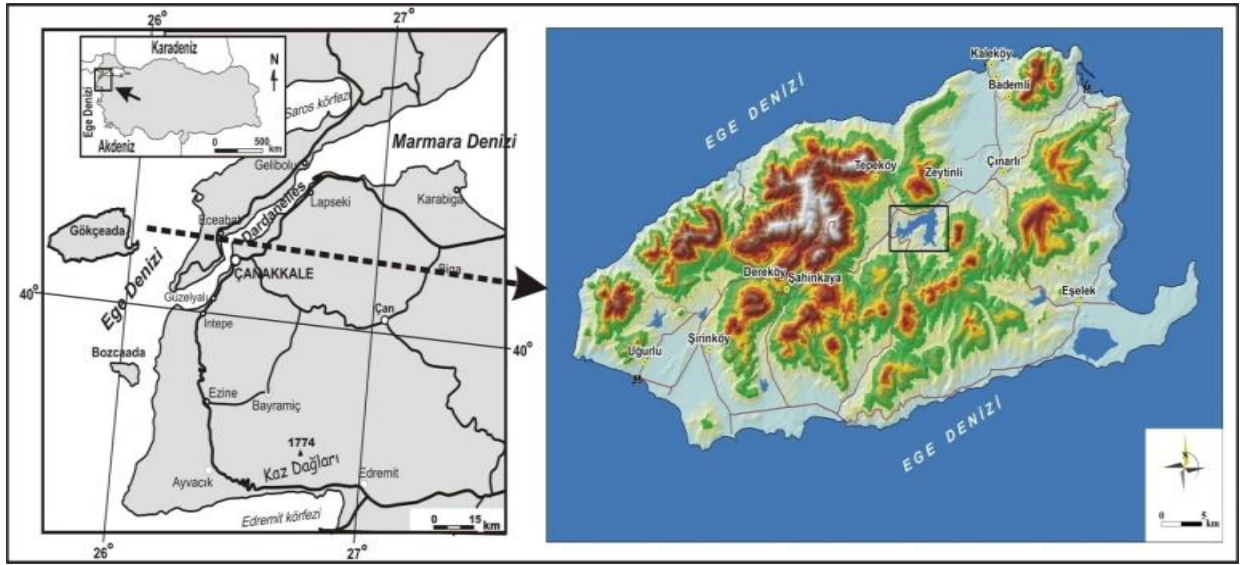
düşünülen bu türün Gökçeada'ya muhtemel giriş yolları da irdelenecektir.

MATERYAL VE METOT

2014-2016 yılları arasında Çanakkale ilinde yürütülen Biyolojik Çeşitlilik ve Envanter Tarama çalışmaları kapsamında Gökçeada'da bulunan Gökçeada barajı girişinde 08 Haziran 2016 tarihinde "Samus-725MS" markalı elektroşoker cihazı ile 200 m uzunluğunda, 10m genişlik ve yaklaşık 20cm derinliğe

sahip bir kesimde örnekleme yapılmıştır. Örnekleme bölgesinin haritası [Şekil 1](#)'de verilmiştir.

Örnekleme yapılan kesimde su sıcaklığı 18,6 °C olarak ölçülmüştür. Yakalanan balıklar %4'lük formaldehit içerisinde konulup fikse edilmiş ve teşhis edilmesi için laboratuvar ortamına getirilmiştir. Örneklerin teşhisinde ve ölçümlerin de), [Kottelat ve Freyhof \(2007\)](#) tarafından verilen karakterler esas alınmıştır.



Şekil 1. Gökçeada bölgesi örnekleme yapılan alan
Figure 1. Sampling area in Gökçeada

BULGULAR VE TARTIŞMA

Gökçeada rezervuarında kısa süreli arazi çalışması sırasında göle giren akarsuyun ağır bölgesinde kıyıda avlama yapılabilmiş, 5-6 bireylik gruplar halinde dolaşan *P. parva*'dan, 3 birey yakalanabilmektedir. Gökçeada rezervuarında taranan alan boyunca başka balık türü yakalanmamıştır. Yakalanan bireylerin metrik özellikleri [Tablo 1](#)'de ve örneklerden birinin fotoğrafı [Şekil 2](#)'de gösterilmiştir.

Pseudorasbora parva (Temminck & Schlegel, 1846)

Diagnostik özellikleri: Dorsal yüzgeç ışın sayısı: III 8 Anal yüzgeç ışın sayısı: III 6 pektoral yüzgeç ışın sayısı: I, 10-11 ventral yüzgeç ışın sayısı: I, 7 yanal çizgideki pul sayısı: 36-37 Farinks dişleri: 5-5.

Cyprinidae familyasına ait olan bu türün vücudu sırt bölgesinde hafif kubbemsi görünüş kazanmıştır. Başın hemen arkasından başlayıp kuyruğa kadar uzanan siyah bant en belirgin özelliğidir. Ağız yukarıya doğru dönük, küçük ve çevresinde bıyık bulunmaz. Kuyruk yüzgeci çatallanması fazladır. Üreme döneminde erkeklerde kafa bölgesinde birçok sazangilde olduğu gibi küçük tüberküllere rastlanır. Ayrıca bu dönemde erkeklerde pulların dış kısmındaki pigmentasyon

daha koyu bir renk olarak dişilere göre pulların dış sınırları daha belirgin bir şekilde görülür.



Şekil 2. *P. parva* örneğinin fotoğrafı (erkek birey)
Figure 2. The photo of *P. parva* specimen (a male specimen)

Gökçeada ülkemizdeki en büyük ada olup, içerisinde beş adet tatlı su baraj göleti ve bir adet de tuzlu lagünü bulunmaktadır. *P. parva* örneğinin kaydedildiği Gökçeada rezervuarı 1977-1983 yılları arasında Büyükdere akarsuyu üzerine içme ve sulama amaçlı kurulmuştur ([DSİ, 2016](#)). Gökçeada'da kurulan Şahinkaya ve Dereköy rezervuarlarının 1981-1984 yılları arasında *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) ile balıklandırıldığı bilinmektedir ([Ulutürk vd., 1996](#)). Devlet Su

İşleri 252. Şube Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre (T.C. Başbakanlık İletişim Merkezi (BİMER)'ne yapılan 1700119182 sayılı başvuru) Gökçeada Zeytinliköy Baraj Gölü(Gökçeada barajı)'ne 2004 yılında Aynalı Sazan balık yavrusu atılmıştır. Gökçeada'da mevcut baraj gölleri ve bu barajları besleyen tatlısullardaki balık faunası hakkında detaylı bir bilgiye rastlanmamıştır. Adadaki akarsularda yapılan genel taramada, yaz mevsimi olması dolayısıyla birçok akarsuyun kuruması nedeniyle örnekleme yapılamamıştır. Gökçeada'da 08.06.2016 tarihinde yapılan arazi çalışmasında sadece Eşelek çayında *C. carpio* bireyine rastlanmıştır. Adada yapılan incelemede Gökçeada Zeytinliköy rezervuarında daha önce o bölgede kaydı bulunmayan *P. parva* istilacı türü bu çalışma ile ilk kez bildirilmektedir. Türkiye içsularının doğal balık faunası içerisinde yer almayan bu türün buraya balıklandırma yolu ile ulaştığı düşünülmektedir.

Tablo 1. *P. parva* örneklerinin metrik karakterleri (mm)

Table 1. Metric characters of *P. parva* specimens (mm)

Vücut ölçümleri	Ort±S.S.	Min-Max
Total boy	-	56,75-76,1
Standart boy (SB)	-	46,25-62
Vücut ölçümlerinin Standart Boy'a oranları (%SB)		
Maksimum vücut yüksekliği	25,37±1,37	24,52-26,96
Predorsal mesafe	48,11±1,46	45,36-50,27
Preanal mesafe	70,54±3,49	67,7-74,05
Prepelvik mesafe	48,68±2,93	46,17-51,89
Dorsal yüzgeç uzunluğu	11,66±1,46	10,05-12,91
Anal yüzgeç uzunluğu	7,64±0,82	6,7-8,23
Kuyruk sapı yüksekliği	11,18±1,04	10,05-12,11
Baş boyu	21,28±0,24	21,08-21,55
Baş yüksekliği	15,49±0,67	14,92-16,22
Baş genişliği (Gözün arka hizasından)	13,08±1,71	12,54-13,48
Baştaki ölçümlerinin Baş boyuna (BB) oranları (%BB)		
Göz çapı	29,91±1,10	29,74-31,09
Burun uzunluğu	31,22±4,68	25,84-34,36
Gözler arası mesafe	40,39±3,97	35,90-43,45
Baş genişliği (Gözün arka hizasından)	61,46±1,71	59,49-62,55

Ekmeççi ve Kirankaya (2006)'ya göre, *P. parva* türünün üreme kapasitesindeki yüksek başarısının bir sebebi, bu türün büyük popülasyonlar oluşturmalarıdır. *P. parva* bulunduğu

ortamda erken yaşta eşeyssel olgunluğa erişmesi, üreme mevsimi boyunca birkaç defada nisbeten iri yumurtalar bırakması, erkeklerin yumurtalara bekçilik etmesi ve kısa yaşam döngüsü gibi özelliklerinin avantajı sonucunda Türkiye içsularına hızlı bir şekilde yayıldığı görülmektedir (Erk'akan 1984; Wildekamp vd., 1997; Küçük, 1997; Neer vd., 2000; Şaşı ve Balık 2003; Yılmaz vd., 2003; Ekmeççi ve Kirankaya 2006; Ekmeççi vd., 2013; Tarkan vd., 2015). Dal, yaprak, plastik atık gibi yerlere yumurtlayabilen *P. parva*, tehlikeli hastalık taşıması ve öteki türlerin yumurtaları ile yoğun bir şekilde beslenmesi sonucu ortamda bulunan doğal türler için olumsuz sonuçlar ortaya koymaktadır (Ekmeççi ve Kirankaya 2006). Bu çalışmada aynı bölgede başka bir balık türüne rastlanmamış olmakla birlikte baraj gölünde *C. carpio* türünün varlığı bilinmektedir. Adaya sazan ile balıklandırma esnasında *P. parva*'nın istenmeden taşındığı olasılığı çok güçlüdür. Bunun yanı sıra *P. parva* türünün yumurta parazitliği ve hastalık etkeni *Sphaerothecum destruens* taşıması nedeniyle üzerinde önemle durulan bir istilacı balık türüdür (Gozlan vd., 2005, Ercan vd., 2015). *P. parva*'nın herhangi bir şekilde bir rezervuara taşındığında kolayca yerleşebildiği ve diğer sazangiller üzerinde taşıdığı parazitin yıkıcı etkisinin olabileceği bildirilmektedir (Gozlan vd., 2005, Andreou ve Gozlan, 2016). Gökçeada tatlısu balık faunasının bilinen tek tür olan *C. carpio* ile *P. parva*'nın ilişkisi ve bu ekonomik balık türü üzerindeki etkilerinin araştırılması önem taşımaktadır.

Ada Anadolu'dan izole olmuş bir ekosistem özelliğine sahip olmasından dolayı fauna ya da flora'daki değişimlerinin ve ekolojik değişimin izlenmesi açısından bir laboratuvar niteliğindedir. Ada koşulları ana kara koşullarına göre daha sınırlıdır ve burada yaşayan canlıların bu zor koşullar altında ayakta durmaları zordur. *P. parva* türünün ada ekosistemi içinde yer almış olması ekolojik açıdan da ayrıca önemlidir. Bu nedenle adada tatlı su balık faunasının belirlenmesine yönelik daha detaylı mevsimsel çalışmaların yapılması ve istilacıların bu türler üzerindeki etkilerinin araştırılması gelecekte planlanmaktadır. *P. parva*'nın hastalık taşıyıcılığı göz önünde bulundurularak, özellikle ada tatlısu balık popülasyonlarındaki enfeksiyonuna dair ve adada izole bir popülasyon oluşturacağından genetik çeşitliliği üzerine çalışmalar yapılması önerilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma verileri TC Çevre ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen Çanakkale İli Biyoçeşitlilik Envanter Projesi kapsamında toplanmıştır. Arazi çalışmaları esnasında yardımlarını esirgemeyen Muhittin AKSAN'a teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKÇA

Andreou, D. & Gozlan, R.E. (2016). Associated disease risk from the introduced generalist pathogen *Sphaerothecum destruens*: management and policy implications. *Parasitology*, 143:1204–1210. doi: 10.1017/S003118201600072X

Atalay, M.A. & Toslak, C. (2013). Balıklandırma, Yabancı ve İstilacı Balık Türleri ile İlgili Ulusal ve Uluslararası Mevzuat. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 28:39-62.

- Banarescu, P.M. (1999). *Gobio* (Cuvier, 1816) In the Freshwater Fishes of Europe. Vol. 5/I: Cyprinidae 2/I (Banarescu, P.M., ed.), pp. 33-36. Wiebelsheim: Aula-Verlag.
- Çetinkaya, O. (2006). Türkiye Sularına Aşıl原因 veya Stoklanan Egzotik ve Yerli Balık Türleri, Bunların Yetiştiricilik, Balıkçılık, Doğal Populasyonlar ve Sucul Ekosistemler Üzerindeki Etkileri Veri Tabanı İçin Bir Ön Çalışma. In: Emre Y, Diler I (eds), *Balıklarıdırma ve Rezervuar Yönetimi Sempozyumu, T.K.B Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Yayınları*, (pp 205–235). Antalya, Türkiye: Bildiriler Kitabı.
- Çiçek E., Birecikligil S.S. & Fricke R. (2015). Freshwater fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist. *Biharean Biologists*, 9(2):141–157.
- DSI, (2016). Gökçeada Barajı. Alıntılanma adresi: <http://www2.dsi.gov.tr/baraj/detay.cfm?BarajID=83> (25.01.2017).
- Ekmekçi, F.G. & Kirankaya, S.G. (2006). Distribution of an invasive fish species, *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 30:329–334.
- Ekmekçi, F.G., Kirankaya, Ş.G., Gençoğlu, L. & Yoğurtçuoğlu, B. (2013). Türkiye İçsularındaki İstilacı Balıkların Güncel Durumu ve İstilanın Etkilerinin Değerlendirilmesi. Present Status Of invasive fishes in inland waters of Turkey and assessment of the effects of invasion. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 28:105–140.
- Ercan, D., Andreou, D., Sana, S., Öntaş, C., Baba, E., Top, N., Karakuş, U., Tarkan, A.S. & Gozlan, R.E. (2015). Evidence of threat to European economy and biodiversity following introduction of an alien pathogen on the fungal-animal boundary. *Emerging Microbes & Infections*, 4: e52. doi: 10.1038/emi.2015.52
- Erk'akan, F. (1984). Trakya Bölgesinden Türkiye İçin Yeni Kayıt Olan Bir Balık Türü *Pseudorasbora parva* (Pisces Cyprinidae). *Doğa Bilim Dergisi*, 8(3):350-356.
- Freyhof, J., Ekmekçi, F.G., Ali, A., Khamees, A.R., Özüluğ, M., Hamidan, N., Küçük, F. & Smith, K.G. (2014). The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Eastern Mediterranean. In: Smith, K.G., Barrois, V., Darwall, W.R.T., Numa, C. (Ed.). *Freshwater fishes*, (pp:19-42). Cambridge, UK, Malaga, Spain and Gland, Switzerland.
- Gozlan, R.E., St-Hilaire, S., Feist, S.W., Martin, P. & Kent, M.L. (2005). Biodiversity- Diseasethreatto Europeanfish. *Nature*, 435:1045–1046.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Comol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany.
- Küçük, F. (1997). Antalya Körfezine Dökülen Akarsuların Balık Faunası ve Bazı Ekolojik Parametreleri Üzerine Bir Araştırma, *Doktora Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 138s.
- Neer, W.V., Wildekamp, R.H., Küçük, F., Ünlüsayın, M., Waelkens, M. & Paulissen, E. (2000). Results of the 1996 Survey of the Fish Fauna of the Aksu River and Some Lakes in Southwestern Anatolia, and the Implications for Trade at Sagalassos, Sagalassos V, Report on the survey and excavation campaigns of 1996 and 1997, Leuven University Press, 833–845.
- Polat, N., Zengin, M. & Gümüş, A. (2011). İstilacı balık türleri ve hayat stratejileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1(4):63-86.
- Şaşı, H. & Balık, S. (2003). The Distribution of Three Exotic Fishes in Anatolia, *Tr. J. of Zoology*, 27:319–322.
- Tarkan, A.S., Marr, S.M. & Ekmekçi, F.G. (2015). Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey. *FISHMED* 2015.003:1-28.
- Ulutürk, T., Yurder, G., Batır, H. & Yazıcı, M. (1996). Gökçeada Göletlerinde Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.) Üretilmesi ile İlgili Araştırma. *TUBITAK VHAG – 581 Kesin Rapor*. 124s.
- Wildekamp, R.H., Neer, W.V., Küçük, F. & Ünlüsayın, M. (1997). First record of the eastern Asiatic gobionid fish *Pseudospora parva* from the Asiatic part of Turkey, *Journal of Fish Biology*, 51:858–861.
- Yılmaz, F., Barlas, M., Özdemir, N. & Yorulmaz, B. (2003). The Freshwater Fishes of Muğla (South-West, Turkey). *International Symposium of Fisheries and Zoology*, İstanbul, 287-292.

DERLEME

REVIEW

Yeraltı suyunda alg kültürleri ile nitrat kirliliğinin giderimi

Removal of nitrate from groundwater by using algae culture

Eda Tuna Öztürk*  • Serdar Göncü

Anadolu Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 26555, Türkiye

* Corresponding author: edatuna@anadolu.edu.tr

Received date: 10.04.2017

Accepted date: 08.06.2017

How to cite this paper:Tuna Öztürk, E. & Göncü, S. (2017). Removal of nitrate from groundwater by using algae culture. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):463-467. doi: [10.12714/egejfas.2017.34.4.15](https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.15)

Öz: İçme suyu kaynağı olarak kullanılan yeraltı suları diğer su kaynaklarına göre daha güvenilir ve temiz olmasına karşın, kirlenmesi durumunda arıtılması oldukça güçtür. Yeraltı suyunun önemli kirlilik parametrelerinden biri olan nitrat, yeraltı suyuna evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal faaliyetler, gübreler ve hayvan atıkları ile ulaşmaktadır. Nitrat kirliliğinin gideriminde denitrifikasyon, iyon değiştirme, ters ozmoz gibi yöntemler kullanılsa da biyolojik arıtma yöntemleri etkin şekilde kullanılmaya devam etmektedir. Yeraltı sularından nitrat kirliliğinin gideriminde biyolojik yöntemler arasında mikroalgler alternatif bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Buna karşın, yeraltı sularının kimyasal bileşimi ve mikroalglerin büyütülmesi ile ilgili araştırılması gereken birçok konu bulunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Mikroalg, nitrat giderimi, yeraltı suyu, biyolojik arıtım

Abstract: Although groundwater is more reliable and clean water resource when it is used as a drinking water, it is difficult to treat once it is polluted. One of the most important pollution parameters in groundwater is nitrate which might be discharged by domestic or industrial wastes, agricultural activities, fertilizers and animal wastes. Even though denitrification, ion exchange, reverse osmosis are widely used treatment methods for nitrate removal, biological treatment methods have effectively been also used. Nitrate removal from groundwater by microalgae is used as an alternative method in biological treatment methods. On the other hand, there are some topics which need to be investigated about chemical composition of groundwater and microalgae growth.

Keywords: Microalgae, nitrate removal, groundwater, biological treatment

GİRİŞ

Dünya'daki toplam su miktarı 1,4 milyar km³ olup, okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunan kısım bu miktarın %97,5'ini, nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunan kısım ise %2,5'ini oluşturmaktadır. Miktarı az olan tatlı su kaynaklarının %90'ının kutuplarda ve yeraltı sularında bulunmasından dolayı insanların kolaylıkla erişebileceği su miktarı oldukça kısıtlıdır (Anonim, 2014).

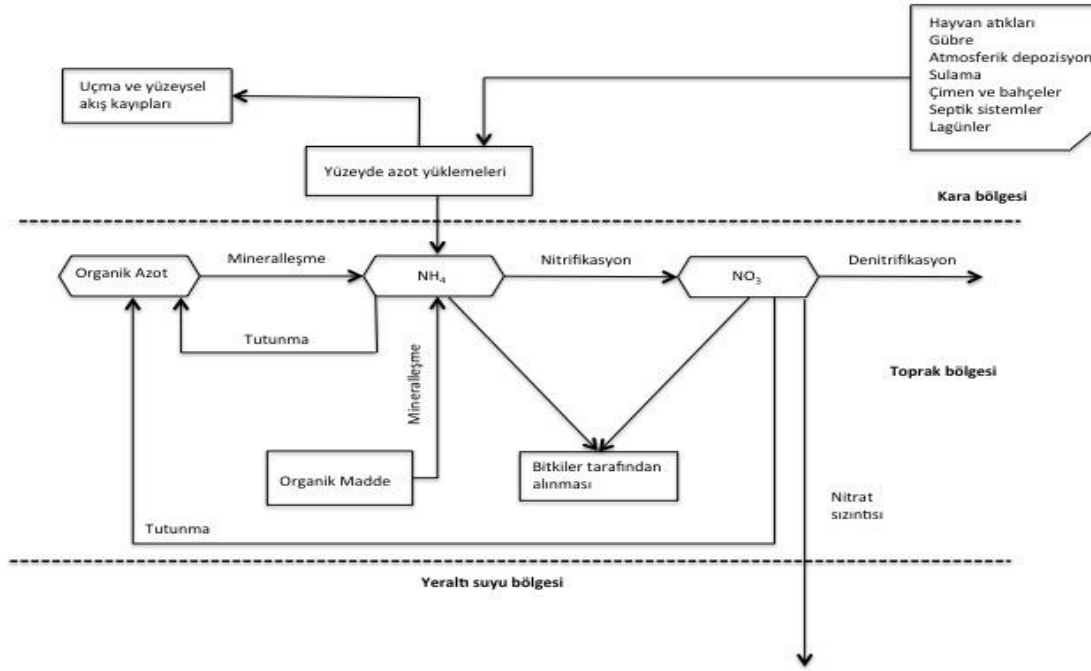
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nden (DSİ) alınan verilere göre, Türkiye'nin yıllık yüzeysel su potansiyeli yaklaşık olarak 193 milyar m³'tür. Yüzeysel su kaynaklarına ek olarak, Türkiye'nin yıllık toplam yeraltı su kaynakları yaklaşık olarak 14 milyar m³ ve toplam kullanılabilir yüzeysel ve yeraltı su kaynakları 112 milyar m³ civarındadır (Anonim, 2014).

Yüzeysel su kaynaklarının azalmaya başlaması ile yeraltı suları içme suyu kaynağı olarak kullanılmaya başlanmaktadır. Yeraltı suyu diğer su kaynaklarına göre göreceli olarak daha güvenilir ve temiz olmasından dolayı uzun yıllardır içme suyu kaynağı olarak kullanılmaktadır. Zaman içerisinde aşırı kullanımdan dolayı yeraltı sularına organik ve inorganik kirlilik girişi olmuş ve suyun kalitesi düşmüştür (Majumdar, 2000).

İnorganik kirleticilerden birisi olan nitrat kirliliğinin başlıca kaynakları atıksular, gübreler ve hayvan atıklarıdır. Azot içeriği çok fazla olan gübrelerin tarımda gereğinden fazla kullanılması yeraltı sularındaki yüksek nitrat derişiminin başlıca sebeplerinden birisidir (Hu vd., 2000). Nitratin dışında, amonyum ve amit formunda bulunan azot, mineralleşme vasıtasıyla toprakta nitrat oluşumuna sebep olmakta ve bu oluşum tropik ve subtropikal topraklarda daha hızlı olmaktadır. Sudaki çözünürlüğünün fazla ve toprak partikülleri tarafından kısa süreli adsorpsiyonundan dolayı, nitrat eğer bitkiler tarafından emilmez ya da N₂O ve N₂'ye denitrifiye olmaz ise vadoz bölgeye ve özellikle yeraltı sularının bulunduğu akifere infiltre olmaktadır. İnfiltrat olan kısım toprağın özellikleri ve toprak sisteminde bulunan su miktarı ile kontrol edilmektedir (Majumdar, 2000). İdeal koşulların sağlanması durumunda bile tarımsal faaliyetlerde kullanılan azotlu gübrelerin sadece %50'si bitkiler tarafından kullanılmakta, %2-20'si denitrifikasyon nedeniyle kaybedilmekte, %15-25'i killi toprakta bulunan organik bileşikler ile birleşmekte ve geriye kalan %2-10'luk kısmı ise yeraltı ve yüzey sularına karışmaktadır (Sönmez, 2008).

Nitratin doymun olmayan bölgeden infiltrasyonu arazi kullanım yöntemleri, arazi üzerindeki azot yükü türü, yeraltı suyu yenilenme miktarı, toprağın azot dinamiği, toprak

karakteristiği ve su tablasının zamansal olarak değişiklik göstermesi gibi birçok faktörün birbiriyle etkileşimi sonucunda gerçekleşmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Nitratin yeraltı suyuna geçişi sırasında gerçekleşen sürecin şematik gösterimi (Almasri, 2007)

Figure 1. A schematic representation of the processes during diffusion of nitrate through groundwater (Almasri, 2007)

Nitrat yeraltı suyuna ulaştığında, adveksiyon ve dispersiyon gibi etkenlerle akiferde taşınmaktadır. Uygun koşulların olması durumunda nitrat denitrifikasyon sürecine maruz kalmaktadır (Frind, 1990; Korom, 1992; Postma vd., 1991; Shamrukh vd., 2001; Tesoriero vd., 2000; Tesoriero ve Voss, 1997)

Yeraltı sularında nitrat kirliliği küresel bir artış göstermektedir. Birçok ülkede içme suyu kaynaklarındaki nitrat miktarlarının sürekli olarak arttığı görülmektedir. Türk İçme Suyu Standardı TS 266'da nitrat derişimi için sınır değeri 50 mg NO₃/L olarak belirlenmiştir (Anonim, 2005; Polat, 2007). Amerika Birleşik Devletleri'nde Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından içme sularında nitrat limit değeri ise 45 mg NO₃/L'dir (Hu vd., 2000). Yeraltı suları birçok bölgede içme suyu olarak kullanılmakta ve yüksek nitrat derişiminden dolayı halk sağlığına, özellikle de yeni doğan bebeklerde ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Yetişkinler için yüksek nitrat derişimleri mide kanserine neden olurken, yeni doğan bebeklerde nitrat nitrite indirgenmekte ve kandaki hemoglobin demirini oksitleyerek oksijen taşınamaması sonucunda mavi bebek sendromuna (methemoglobinemi) neden olmaktadır (Almasri, 2007; Kapoor ve Viraraghavan, 1997).

EPA 1990 yılında yayınladığı raporda 250.000 su kaynağındaki nitrat değerinin maksimum kirlilik seviyesinde olduğunu açıklamıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 2004 yılında dünya genelinde 2000 kaynaktan yaptığı çalışmada ise, kaynakların %30'unun 24 mg/L'den daha fazla nitrat derişimine sahip olduğunu belirtmiştir (Archana vd., 2012).

Türkiye'de yeraltı suyunda nitrat kirliliği ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir bölümünde nitrat derişiminin sınır değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür. Ege Bölgesi'nde Urla ve Menemen civarında yapılan çalışmada, 14 farklı kuyudan alınan örneklerde yeraltı suyu kirliliğinin tarımsal faaliyetlerde gübre ve tarım ilacı kullanımından dolayı arttığı gözlenmiştir. Menemen'de yapılan ölçümlerde iki kuyudaki nitrat derişimlerinin 53 mg/L ve 146 mg/L olduğu belirlenmiştir. Urla bölgesinde ise altı farklı kuyu incelenmiş ve nitrat değerlerinin 69 ve 129 mg/L arasında değiştiği görülmüştür (Aslan, 2001).

Konya'da yapılan çalışmada, şehrin yaklaşık olarak %75'ine su kaynağı olan yeraltı sularında nitrat kirliliği analiz edilmiştir. 1998 yılında 139 kuyuda nitrat ölçümü ile başlanılan çalışma 2001 yılında 156 kuyuda gerçekleştirilmiştir. Ortalama

nitrat derişimi 1998 yılında 2,2 mg/L iken 2001 yılında 16,1 mg/L'ye çıktığı, şehir merkezine doğru arttığı görülmüştür (Nas ve Berktaş, 2006).

2007 yılında Çakmak tarafından yapılan tez çalışmasında, Ekim 2005-Temmuz 2006 tarihleri arasında Eskişehir ilinde yeraltı ve yüzeysel sularda bulunan nitrat kirlilikleri incelenmiştir. 15 farklı yeraltı suyu örnekleme noktasında yapılan nitrat ölçümlerinde nitrat değerlerinin 13 -360 mg/L arasında değiştiği görülmüştür. 8 adet örnekleme noktasında ise nitrat derişimi değerlerinin Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen sınır değeri olan 50 mg/L'yi aştığı görülmüştür (Çakmak, 2007).

Ağustos, 2008 yılında Deliçay ve Tarsus Çayı arasında kalan kıyı akiferinde yapılan arazi çalışması sonucunda toplamda 205 kuyudan yeraltı suyu örnekleri alınmış ve suyun içerisindeki nitrat derişimleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda nitrat derişiminin çalışma alanında incelenen kuyularda 0,44-73,48 mg/L arasında olduğu bulunmuştur. Nitrat derişiminin yüksek olduğu bölgeler incelendiğinde, yeraltı suyuna nitrat girişinin o alanda bulunan çeşitli sanayi faaliyetlerinden ve evsel atıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Korkut, 2009).

Uğurluoğlu (2013) tarafından Mart 2012 - Şubat 2013 tarihleri arasında Eskişehir yakınlarında bulunan Seydişehir Havzası'nda yapılan çalışmada, 20 farklı kuyudan yeraltı suyu örnekleri alınarak sıcaklık (°C), iletkenlik (µS/cm), tuzluluk (ppt), toplam çözünmüş katı (g/L), pH, ORP (mV), amonyum (mg/L-N), nitrat (mg/L-N), çözünmüş oksijen (mg/l), nitrit (mg/L) ve sülfat (mg/L) ölçümleri yapılmıştır. İçme suyu amacı ile kullanılan Hamidiye Köyü'nde bulunan kuyuda yapılan ölçümlerde yaz mevsiminde nitrat derişiminin 70 mg/L, kış mevsiminde ise 72 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Seyitgazi ilçesinde bulunan kuyuda yapılan ölçümlerde ise nitrat derişiminin sonbahar mevsiminde 37 mg/L, kış mevsiminde ise 56 mg/L olduğu görülmüştür.

Nitrat Kirliliği Giderim Yöntemleri

Yeraltı sularından nitrat kirliliğinin giderimi fiziksel, kimyasal ve biyolojik teknolojiler kullanılarak yapılabilmektedir. Fiziksel ve kimyasal metotlar kullanılan arıtım yöntemleri, dışarıdan bir enerji kaynağına (elektrik veya organik karbon) ve/veya kimyasal madde eklemesine gereksinim duyduğundan üretilen atığın bertaraf edilmesi gerekmektedir. Bu yüzden bu metotları kullanmak problemli ve pahalı olabilmektedir (Hu vd., 2000). Fizikokimyasal yöntemlerden olan ters ozmoz ve iyon değiştirme teknikleri tam ölçekli uygulamalarda denenmiş olsa da, nitrat gideriminde düşük seçicilik göstermekte ve yoğun miktarda bertaraf edilmeyi gerektiren bir atık açığa çıkmaktadır. Biyolojik denitrifikasyon – atık üretmeden bakteriler tarafından nitratın azot gazına indirgenmesi- en çok çalışılan metot olup genellikle yeraltı sularından nitrat gideriminin ticari amaçla yapıldığı yerlerde kullanılmaktadır. Her ne kadar ikincil arıtıma ihtiyaç duyulsa da, biyolojik denitrifikasyon yöntemi için uygun bir monitörleme ve kontrol gereklidir. Bahsedilen bu yöntemler nitrat kirliliği giderimini pahalı hale getirdiğinden, uygun ve daha

kolay bir işletime sahip olan yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur (Lin vd., 2002).

Yeraltı sularından nitrat kirliliğinin giderilmesinde kullanılabilecek bir diğer yöntem ise fotosentetik mikroorganizmalardır. Fotosentetik mikroorganizmalar, siyanobakter gibi, nitrat giderimi için bağlı azot, inorganik karbon ve büyümek için ışığa ihtiyaç duymaktadır. Mikroalg kültürleri ışıktan yararlanarak fotosentez ile nitratı protein gibi azot içeren organik bileşenlere dönüştürürler (Hu ve Sommerfeld, 2004). İçme suyu kaynaklarında nitrat kirliliğinin fotosentetik sistemler ile giderilmesi yeni bir araştırma konusu olduğundan kaynaklar çok sınırlıdır. Mikroalgler ile atıksu arıtımı çalışmaları kırk yıldan fazla süredir atıksu kaynaklarından besin ve ağır metal gideriminde alternatif bir yöntem olarak kullanılmak için incelenmektedir (Hoffman, 1998; Lee ve Lee, 2002). Her ne kadar araştırmaların bir kısmı içme sularının arıtılmasında bu tekniğin kullanılabileceğini belirtse de, yeraltı sularının kimyasal bileşimi (pH, çözünmüş inorganik karbon, besin değeri ve metaller), yeraltı sularını atıksulardan farklı kılmaktadır (Hu vd., 2000).

Biyolojik metotlar kullanılarak nitrat kirliliğinin giderimine yönelik çalışmalar incelendiğinde, bu yöntemin daha çok atıksulardan nitrat gideriminde kullanıldığı görülmüştür. Düşük karbon/azot (C/N) oranında, atıksudan mikroalgler ile azot gideriminin mümkün olup olmadığı test edilmiştir. Nitratın azot kaynağı olarak kullanıldığı iki farklı yapay atıksu içerisine *Chlorella kessleri* kültürü ekilmiştir. Atıksulardan bir tanesi organik karbon kaynağı olarak glukoz içerirken diğerinde organik karbon kaynağı bulunmamaktadır. Havalandırma hızı 1 vvm'nin üzerinde iki her iki atıksudaki büyüme hızının aynı olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar karbondioksitin sınırlayıcı olmadığı durumlarda mikroalglerin atıksulardan nitrat gideriminde kullanılabileceğini göstermiştir. Organik karbon içermeyen atıksu da dahil olmak üzere, nitrat derişimi başlangıçta 140 mg NO₃-N /mL iken, 10 gün sonunda 2 mg NO₃-N /mL'ye düşmüştür (Lee ve Lee, 2002).

Upadhyaya vd. (2010) yılında seri olarak yerleştirilmiş iki adet biyolojik aktif karbon (BAC) reaktöründen oluşan sistemde sentetik yeraltı suyundan nitrat ve arsenik giderimi denenmiştir. BAC reaktörün içerisinde bulunan karışık mikrobiyolojik biyofilm çözünmüş oksijen, nitrat, arsenik ve sülfatı elektron alıcı olarak kullanmıştır. Girişteki nitrat derişimi 50 mg/L iken, bu yöntem ile nitrat derişimi 0,2 mg/L 'ye düşürülmüştür. Bu çalışma ile ilk kez biyoreaktör kullanılarak içme suyu kaynaklarından nitrat ve arsenik gideriminin yapılabildiğini göstermiştir.

Alg Üretim Sistemleri

Mikroalgler açık havuz sistemleri ve kapalı fotobiyoreaktör sistemler olmak üzere iki farklı şekilde büyüyebilirler. Her iki sistemin de avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Açık havuz sistemleri daha düşük enerji ihtiyacına sahip olup, büyük ölçekli alg biyokütlesi üretimleri için daha ucuzken, kapalı sistemlerin birçoğu yapay ışık altında gerçekleştirildiğinden enerji maliyeti oldukça yüksektir. Bunun yanı sıra, açık havuz

sistemlerinde güneş ışığından faydalanılsa da yalnızca alg kültürlerinin küçük bir kısmı başarılı olarak büyüebilmektedir. Kapalı sistemlerde ise büyüme koşulları daha düzenli takip edildiğinden alg üretimi daha fazladır. Açık havuz sistemlerindeki problemler genellikle teorik olarak hesaplanandan daha düşük üretimin gerçekleşmesi ve çevresel koşulların kontrolünün daha zor olmasıdır. Buharlaşma kayıpları, besi yerindeki sıcaklık dalgalanmaları, CO₂'in yetersiz olması, yetersiz karıştırma ve ışığın limitli olması alg kültürlerinin büyümesini engelleyen çevresel koşulların başında gelmektedir. (Borowitzka, 1999; Brennan ve Owende, 2010).

Mikroalgler üç farklı kaynaktan CO₂'i bağlayabilirler; bunlar sırası ile atmosferdeki CO₂, ağır sanayi endüstrisinden atılan gazların içinde bulunan CO₂ ve çözünür karbonatlardan gelen CO₂'dir. Doğal büyüme koşulları altında, mikroalgler havadaki CO₂'i asimile ederler. Mikroalglerin birçoğu tipik olarak 150,000 ppmv'ye kadar yüksek CO₂ seviyelerini kullanabilirler. Bu nedenle, ortak üretim ünitelerinde, CO₂ alg besi yerine ya enerji santralleri gibi dış kaynaklardan ya da Na₂CO₃ ve NaHCO₃ gibi çözünür karbonat şeklinde beslenebilir. Ancak, yoğun karbondioksit içeriğine sahip olan baca gazı gibi kaynaklar ile atık besin maddelerinin bir araya getirilmesi uygun maliyetli alg üretimi için başlıca zorluklardan birisidir. (Brennan ve Owende, 2010; Christenson ve Sims, 2011).

Alg Biyokütlesinin Ayrılması ve Hasat Edilmesi İçin Kullanılan Yöntemler

Arıtım gerçekleştikten sonra mikroalglerin ortamdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bunun için uygulanabilecek yöntemler; yerçekimi ile çöktürme, flokülasyon, santrifüjleme, ve filtrasyondur. Alg biyokütlesinin hasat edilmesinde sırası ile flokülasyon ve yerçekimi ile çöktürme işleminin uygulanması en yaygın kullanılan tekniklerden birisidir. Flokülasyon ile oluşturulan alg floklarının yerçekimi ile çöktürülmesi bu sürecin verimliliğini arttırmaktadır. Sürekli alg hasatının yapılması durumunda, çok küçük boyutlu mikroalgler için yerçekimi çökme hızı oldukça düşük olmakla birlikte, alg biyokütlesini uzun süre karanlık ve statik koşullar altında tutmak solunum ve bakteriyolojik bozunmadan dolayı biyoküttele önemli oranda bir azalmaya sebep olmaktadır. Santrifüjleme işlemi neredeyse her tür mikroalge uygulanmaktadır. Santrifüj işleminde çöktürme işlemi ile aynı prensip uygulanmaktadır ancak yerçekimi kuvvetinin fazla olması çökme hızını arttırmaktadır. Partikül boyutu ve yoğunluk farkı santrifüj ile ayırma işlemindeki başlıca faktörlerdir. Filtrasyon işlemi hasat yöntemleri arasında en rekabetçi olanıdır. Genellikle boyutları 70 µm'den büyük olan algler için kullanılmaktadır. Filtrasyon verimliliğini arttırmak için diatomlu topraklar ya da selüloz kullanılmaktadır. Bununla birlikte basınç ya da emme altında çalışan konvansiyonel filtrasyon *Chlorella*, *Dunaliella* ve *Scenedesmus* gibi küçük boyutlu algleri için uygun değildir. (Rathod, 2014; Singh vd., 2013).

Yeraltı Suyundan Nitrat Kirliliğinin Alg Biyokütlesi ile Giderimi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Yeraltı suyundan nitrat kirliliğinin alg biyokütlesi ile arıtılması konusunda literatürde sınırlı sayıda bulunan çalışmalardan bir tanesi Hu ve arkadaşları tarafından 2000 yılında yapılan çalışmadır. Bu çalışmada üç farklı siyanobakter türü kullanılarak, yeraltı suyundan nitrat kirliliği giderimine olan etkileri incelenmiştir. Nitrat ile kirlenmiş yeraltı suyuna fosfor ve bazı iz elementlerin ilave edilmesi ile alg kültürlerinin büyümesi için gerekli besi yeri sağlanmıştır. *Synechococcus* sp. PCC 7942 türünün en yüksek nitrat giderim hızına sahip olduğu gözlenmiştir. Işık şiddetinin kademeli olarak 100 µmol foton m⁻² s⁻¹ çıkartılması ile nitrat giderim hızı da artış göstermiştir. İki günlük kültür periyodunda, 730 nm optik yoğunlukta ortalama nitrat giderim hızı 0.05 mM NO₃⁻ s⁻¹ olarak bulunmuştur (Hu vd., 2000).

Hu ve Sommerfeld tarafından Arizona'da 2004 yılında yapılan çalışmada beş farklı alg kültürü izolasyonu yapılarak, alg kültürlerinin yeraltı suyundan nitrat kirliliği giderimi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Tüm kültürler 300 mL cam kolon reaktörlerde 25 °C ve 185 µmol m⁻² s⁻¹ ışık altında büyütülmüştür. BG-11 media maksimum alg büyümesini gözlemek için kontrol amacıyla kullanılmıştır. Safsızlaştırılan kültürlerden *Chlorella* sp. 'in yeraltı suyuna kıyasla BG-11 media içerisinde daha hızlı büyüdüğü ve nitratı daha hızlı giderdiği gözlenmiştir. BG-11 media içerisinde bulunan 50 mg / L NO₃-N derişimi *Chlorella* sp. tarafından 24 saat içerisinde 10 mg/ L NO₃-N 'ye kadar giderilirken, aynı giderim işlemi yeraltı suyunda 36 saatte gerçekleşmiştir. *Chlorococcum* sp. ve *Scenedesmus* sp. ile yapılan aynı deneyde, her iki kültürün de BG-11 media ve yeraltı suyundaki büyüme potansiyellerinin benzer olduğu görülmüştür. 50 mg / L NO₃-N derişimine sahip olan BG-11 media ve yeraltı suyundaki nitrat azotu *Chlorococcum* sp. ile 32 saat içerisinde, *Scenedesmus* sp. ile 24 saatten daha kısa bir sürede tamamen giderilmiştir. *Ulothrix* sp. ve *Pseudanabaena* sp. 'in ise yüzeysel su ve BG-11 media içinde benzer büyüme ve giderim potansiyeli gösterdiği gözlenmiştir. Ancak diğer kültürlerle kıyasla nitrat giderimine olan etkileri oldukça yavaştır. *Ulothrix* sp. 48 saatlik zaman periyodunun sonunda *Ulothrix* sp. tarafından 50 mg / L NO₃-N derişiminin yalnızca %50'sinin artıldığı görülmüştür. *Pseudanabaena* sp. kullanılması durumunda ise *Ulothrix* sp.'den daha iyi performans göstermesine karşın istenilen verim elde edilememiştir (Hu ve Sommerfeld, 2004).

SONUÇ

Nitrat kirliliği giderim yöntemleri kıyaslandığında, alg kültürü ile giderim çalışmalarının atıksularda çok sıklıkla görüldüğü ancak yeraltı suyu kirliliği çalışmalarında yeni yeni kullanılmaya başlandığı görülmüştür. Nitrat kirliliğinin gideriminde kullanılan yöntemler incelendiğinde alg biyokütlesinin kullanılmasının temel avantajlarının olduğu görülmektedir. Alg kültürlerinin nitrat giderimi yaparken aynı zamanda karbondioksiti gideriyor olması, güneş ışığı haricinde ilave bir enerji gereksinimine

ihtiyaç duymaması ve kimyasal maddeye ihtiyacının diğer yöntemlere göre çok daha az olması başlıca avantajlarıdır.

Ancak bunun yanında yeraltı suyu sıcaklığının ortalama 12 °C olması, birçok alg kültürünün büyümesi için uygun bir sıcaklık değeri değildir. Bu nedenle alg kültürü ile yeraltı suyunda nitrat kirliliği gideriminin yapılabilmesi için ex-situ arıtım yöntemleri kullanılarak yeraltı suyu, kaynağından çıkartılarak arıtımı yapılmalıdır. Ayrıca alg kültürünün büyümesi için gerekli önemli bileşenlerden birisi olan fosfor, yeraltı suyuna doğal ya da endüstriyel kaynaklardan ilave edilerek, alg biyokütlesinin nitrat kirliliğinin gideriminde biyoremediasyon uygulaması olarak kullanılması mümkün görünmektedir. Bu

yöntemler ile yeraltı suyu sıcaklığının sınırlayıcı etkisi bertaraf edilerek uygun sıcaklıklara ulaşılabilir ve alglerin uygun koşullarda arıtma sürecini gerçekleştirmesi sağlanabilir.

Bu şartların sağlanabilmesi için yeraltı suyu pompaj debisine bağlı reaktör tasarımı, suyun istenilen sıcaklığa getirilmesi için gerekli ısı eşanjörlerinin tasarlanması, gerekli ışık şiddeti ve süresine göre yeterli ışığı alglere ulaştıracak bir reaktör tasarımının yapılması ve oluşan alg biyokütlesinin hasat edilerek arıtımı yapılan yeraltı suyunun tekrar yeraltına enjeksiyonunun sağlanması gibi süreçlerin planlanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Almasri, M.N. (2007). Nitrate contamination of groundwater: A conceptual management framework. *Environmental Impact Assessment Review* 27(3):220-242. doi:10.1016/J.Eiar.2006.11.002
- Anonim. (2005). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Alıntılama adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/02/20050217-3.htm> (17.02.2005).
- Anonim. (2014). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Toprak Su Kaynakları. Alıntılama adresi: <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari> (2014).
- Archana, Sharma, S.K. & Sobti, R.C. (2012). Nitrate removal from ground water: A review. *E-Journal of Chemistry* 9(4):1667-1675.
- Aslan, S.T., A., Ovez, B., Yuksel, M. & Alyanak, I. (2001). Investigating groundwater pollution around Urla and Menemen in the Aegean Region. *Groundwaters and Environment Symposium* (2001), İzmir, Turkey.
- Borowitzka, M. (1999). Commercial production of microalgae: ponds, tanks, tubes and fermenters. *Journal of Biotechnology* 70:313-321.
- Brennan, L. & Owende, P. (2010). Biofuels from microalgae- A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14:557-577.
- Christenson, L. & Sims, R. (2011). Production and harvesting of microalgae for wastewater treatment, biofuels, and bioproducts. *Biotechnology Advances* 29:686-702.
- Çakmak, Ö. (2007). *Eskişehir ilinde yeraltı ve yüzeysel sularındaki nitrat kirliliğinin kirlenici kaynakları göz önünde bulundurarak değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Frind, E.D.W. Strebel, O. & Boettcher, J. (1990). Modeling of multicomponent transport with microbial transformation in ground water: the Fuhrberg case. *Water Resources Research* 26(8):1707-1719.
- Hoffman, J.P. (1998). Wastewater treatment with suspended and nonsuspended algae. *Journal of Phycology* 34:757-763.
- Hu, Q. & Sommerfeld, M. (2004). Selection of high performance microalgae for bioremediation of nitrate-contaminated groundwater. Alıntılama adresi: <https://water.usgs.gov/wri/grantetails.php?ProjectID=2003AZ15B&Year=2003> (2003).
- Hu, Q., Westerhoff, P. & Vermaas, W. (2000). Removal of nitrate from groundwater by cyanobacteria: Quantitative assessment of factors influencing nitrate uptake. *Applied and Environmental Microbiology* 66(1):133-139.
- Kapoor, A. & Viraraghavan, T. (1997). Nitrate removal from drinking water - Review. *Journal of Environmental Engineering-Asce* 123(4):371-380. doi:10.1061/(ASCE)0733-9372(1997)123:4(371)
- Korkut, R.N. (2009). *Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) arasındaki bölgedeki yeraltısularında nitrat ve nitrit kirliliğinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Korom, S.F. (1992). Natural denitrification in the saturated zone - A review. *Water Resources Research* 28(6):1657-1668. doi:10.1029/92wr00252
- Lee, K. & Lee, C.G. (2002). Nitrogen removal from wastewaters by microalgae without consuming organic carbon sources. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 12(6):979-985.
- Lin, Y.F., Jing, S.R., Wang, T.W. & Lee, D.Y. (2002). Effects of macrophytes and external carbon sources on nitrate removal from groundwater in constructed wetlands. *Environmental Pollution* 119(3):413-420. doi:10.1016/S0269-7491(01)00299-8
- Majumdar, D.G.N. (2000). Nitrate pollution of groundwater and associated human health disorders. *Indian Journal of Environmental Health* 42(1):28-39.
- Nas, B. & Berktaş, A. (2006). Groundwater contamination by nitrates in the city of Konya, (Turkey): A GIS perspective. *Journal of Environmental Management* 79(1):30-37. doi:10.1016/J.jenvman.2005.05.010
- Polat, R.E.A., Şimşek, C. & Gündüz, O. (2007). *İzmir-Nif dağı çevresindeki yeraltı suyu nitrat kirliliği boyutunun mevsimsel değerlendirilmesi*. 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi (2007), İzmir, Türkiye.
- Postma, D., Boesen, C., Kristiansen, H. & Larsen, F. (1991). Nitrate reduction in an unconfined sandy aquifer - Water chemistry, reduction processes, and geochemical modeling. *Water Resources Research* 27(8):2027-2045. doi:10.1029/91wr00989
- Rathod, H. (2014). *Algae based waste water treatment*, Indian Institute of Technology Roorkee, Uttarakhand.
- Shamrkh, M., Corapcioglu, M.Y. & Hassona, F.A.A. (2001). Modeling the effect of chemical fertilizers on ground water quality in the Nile Valley aquifer, Egypt. *Ground Water* 39(1):59-67. doi:10.1111/J.1745-6584.2001.Tb00351.X
- Singh, M., Shukla, R. & Das, K. (2013). Biotechnological applications of microalgae: Biodiesel and value-added products In F. Bux (Ed.), *Harvesting of microalgal biomass* (pp 77- 87). Boca Raton: CRC Press.
- Sönmez, İ.K.M. & Sönmez, S. (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi* 25(2):24-34.
- Tesoriero, A.J., Liebscher, H. & Cox, S.E. (2000). Mechanism and rate of denitrification in an agricultural watershed: Electron and mass balance along groundwater flow paths. *Water Resources Research*, 36(6):1545-1559. doi:10.1029/2000wr900035
- Tesoriero, A.J. & Voss, F.D. (1997). Predicting the probability of elevated nitrate concentrations in the Puget Sound Basin: Implications for aquifer susceptibility and vulnerability. *Ground Water* 35(6):1029-1039. doi:10.1111/J.1745-6584.1997.Tb00175.X
- Uğurluoğlu, A. (2013). *Seydisuyu Havzası yeraltı su kalitesinin ve kirlilik düzeyinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans), Anadolu Üniversitesi.
- Upadhyaya, G., Jackson, J., Clancy, T.M., Hyun, S.P., Brown, J. & Hayes, K. F. (2010). Simultaneous removal of nitrate and arsenic from drinking water sources utilizing a fixed-bed bioreactor system. *Water Research* 44(17):4958-4969. doi:10.1016/J.Watres.2010.07.037

DERLEME

REVIEW

Yaşlanma ve alglerin anti-gerontolojik etkileri

Aging and anti-gerontological effects of algae

Şükran Çakır Arıca 

İskenderun Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, İskenderun, Türkiye
sukran.cakir@iste.edu.tr

Received date: 22.04.2017

Accepted date: 11.09.2017

How to cite this paper:

Çakır Arıca, Ş. (2017). Aging and anti-gerontological effects of algae. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(4):469-474.
doi: 10.12714/egejfas.2017.34.4.16

Öz: Günümüzde yeni kentsel yaşam, çalışma koşulları ve antropojenik faaliyetlerde kullanılmakta olan kimyasallar ekolojik kirliliği beraberinde getirmiştir. Kimyasalların canlılarda metabolizma ile ilgili, sitotoksik ve mutajenik hasarlar yaptığı bilinmektedir. Kimyasalların mutajenik ve karsinojenik aktiviteleri arasında ilişki vardır. Ülkemizde en sık ölüm sebebi olan kalp-damar hastalıkları ve kanser rahatsızlıkları insanların genetik ömrünü tamamlamalarına engel oluşturmaktadır. Yaşlanma, vücut fonksiyonlarında geri dönüşümsüz ve ilerleyici bir azalma ve bu sırada yeniden şekillenme ile giden, doğum ile ölüm arasında yer alan kompleks yaşam sürecinin doğal bir parçası olarak tanımlanmaktadır. Gerontoloji Bilimi dünyasında canlılarda yaşlanma sürecini açıklamaya çalışan birçok teori mevcuttur. Somatik mutasyonlar teorisi, telomeraz aktivitesi teorisi, serbest radikaller teorisi, genetik yaşlanma teorisi, İmmünoloji ve endokrin teorisi, kalori kısıtlaması teorisi bunlardan bazılarıdır. Bu teoriler içinde serbest oksijen radikallerinin kronik, birikici etkisi ile yaşlanmayı açıklayan görüş, günümüzde önde gelen teorilerinden biridir. Bu teoriye göre küçük ama bütün yaşam boyunca süren antioksidan sistemdeki yetersizlikler yaşlanmaya neden olmaktadır. Serbest radikaller, tek sayıdaki (eşlenmemiş) elektron sayısına sahip atomlar veya atom gruplarıdır ve hücredeki solunum sırasında oksijen bazı moleküller ile etkileşime girdiğinde oluşturulabilir. Oluştuktan sonra, bu oldukça reaktif radikaller, domino gibi, zincirleme reaksiyonlarla DNA gibi hücre moleküllerine zarar verebilirler. Bu hasarların tamir edilemeyip birikmesi kanser gibi hastalıklara neden olabilir ve yaşlanmayı hızlandırır. Antioksidanlar kanser, yaşlanma ve çeşitli hastalıkların ortak yolağı olan hücresel hasarın önlenmesinde yakından ilgilidir. Vücudun kendi antioksidan savunma sistemine ek olarak, serbest radikal hasarını önlemek için antioksidanlar gıdalarla birlikte alınmalıdır. Bu nedenle her geçen gün önemi artan bazı alg çeşitleri ve onlardan teknoloji ile elde edilen antioksidan bileşikler destek besini olarak ticari işletmelerce piyasaya sunulmaktadır. Bazı alglerin kıymetli antioksidanlar içerdiği bilinmektedir ve antioksidanlarca zengin bu alglerin anti-gerontolojik rolü önemli bir konudur. Diyetle özellikle alglerden elde edilen antioksidanların eklenmesi ile bazı model hayvan türlerinde ömür uzunluğu ile ilgili pozitif sonuçlar alınmıştır. Bu çalışmanın amacı, alglerin zengin antioksidan içerikleri nedeniyle gelecekteki anti-gerontolojik potansiyellerine dikkat çekmektir.

Anahtar kelimeler: Algler, yaşlanma, yaşlanma teorileri, gerontoloji, antioksidan

Abstract: Today, a new urban living, chemicals that are being used in working conditions and anthropogenic activity has brought environmental pollution. It is known that chemicals cause metabolical, cytotoxic and mutagenic damage on living things. There is a relationship between the mutagenic and carcinogenic chemicals activities. The most common cause of death, heart disease and cancer in Turkey, this situation creates obstacles to people's complete genetic life. Aging, leading to progressive and irreversible decrease in body functions and meanwhile remodeling, is defined as a natural part of the complex life cycle between birth and death. There are many theories trying to explain the aging process of living organisms in gerontology science. Somatic mutation theory, telomerase activity theory, the theory of free radicals, the theory of genetic aging, immunology and endocrine theory, calorie restriction theory are some of them. Nowadays, the view which explains the aging with chronic and cumulative effects of the free oxygen radicals is one of the leading theories. According to this theory, small but all imperfections in antioxidant system during the period of life cause aging. Free radicals are atoms or groups of atoms with an odd (unpaired) number of electrons and can be formed when oxygen interacts with certain molecules during the respiration in the cell. Once formed, these highly reactive radicals, such as dominoes, can damage cellular molecules such as DNA by chain reactions. The accumulation of these damages can lead to diseases such as cancer and accelerate aging. Antioxidants are closely related to the prevention of cellular damage, which is a common pathway to cancer, aging and various diseases. In addition to the body's own antioxidant defense system, antioxidants must also be taken with foods to prevent free radical damage. Therefore, some varieties of algae growing in importance every day and antioxidant compounds obtained from them by the technology have been offered to commercial enterprises by the market as nutritional supplements. It is known that some algae contain valuable antioxidants and the anti-gerontological role of these algae rich in antioxidants is an important issue. Some positive results were obtained on animal model species about longevity by dietary addition of antioxidants derived from the algae. The purpose of this study is to draw attention to the future anti-gerontological potentials of algae because of their rich antioxidant content.

Keywords: Algae; aging; aging theories; gerontology; antioxidant

GİRİŞ

Günümüzde yaşama koşullarının değişmesi, beslenme alışkanlıklarında da değişikliğe neden olmuş, bununla bağlantılı olarak insanlar doğadan ve doğal besin kaynaklarından

uzaklaşmışlardır. Bu durum kanser, kalp-damar hastalıkları ve obezite gibi sağlık sorunlarının toplumdaki görülme sıklığını artırmış, bilim insanlarını yaşlanmanın nedenleri ve alternatif

çözümler konusunda arayışlara yönelmiştir. Oksidatif stresin, birçok kardiyovasküler bozukluğun patogeneğinde önemli bir bileşen olduğu, bu nedenle serbest radikallerin bu sistemin hücrelerinde neden olduğu hasarın azaltılmasında antioksidan savunmanın önemli bir role sahip olduğunu ve (Howden, 2013; Southgate, 1990; Schagen vd., 2012; Snare, vd., 2013). Bütün bu faktörlerin toplumda genetik ömrün tamamlanması önünde engel oluşturduğu ifade edilmektedir. Kitle iletişim araçları ve eğitimin yaygınlaşması ile bu konuda zamanla farkındalık oluşmaya başlamış, hızla artan nüfus ve karasal doğal besin kaynaklarının sınırlı oluşu insanlığı sucul doğal kaynaklara yöneltmiştir (El-Sheekh, 2006; Wong ve Cheung, 2000).

Günümüzde yaşa bağlı hastalıkların sıklığı ve şiddetinin, alternatif beslenme modelleri ile hücrelerde meydana gelen hasar birikiminin yavaşlatılması ile mümkün olacağı ve sağlıklı ömür süresinin uzatılabileceği ifade edilmektedir. Zengin biyolojik metabolit ve antioksidan içerikleri ile algler bu açıdan potansiyel olarak görülmektedir (Kasimala vd., 2015).

Türkiye, 8.333 km farklı iklim özellikleri olan sahil uzunluğuna sahip, üç tarafı denizlerle çevrili ve sucul sistemler açısından çok avantajlı özelliklere sahip bir ülke olmasına rağmen (Zeybek, 1969; Durucan ve Turna, 2011; Cirik vd., 2001), henüz sucul fauna ve florasından yeterince faydalanamamaktadır. Bu çalışmanın amacı, alglerin serbest radikalleri nötralize eden ve yaşlanma karşıtı etkisi olan zengin antioksidan içeriğine dikkat çekmek ve anti-gerontolojik potansiyelleri ile ilgili yapılan bazı çalışmaları da sunarak konu ile ilgili farkındalık sağlamaktır.

Bazı yaşlanma teorileri

Gerontoloji, yaşlanmanın ve yaşlılığın bilimi anlamına gelmektedir. Yaşlanma, her canlıda hayatın süreci içinde görülen, molekül, hücre, doku, organ ve sistemleri geri dönüşsüz olarak, yapı ve fonksiyonu yönünden olumsuz etkileyen bir olgudur. Bu olgunun hızı, genetik yapı, yaşama alışkanlıkları ve çevre ile bunlara bağlı olarak vücutta gerçekleşen biyokimyasal metabolizma ve immünolojik cevap ile yakından ilgilidir (Bishop ve Guarente, 2007). Hemen hemen bütün canlılar için evrensel bir gerçek olması, çevresel değişen faktörlere uyum ve vücut homeostasisini sağlama yeteneğinde azalma, vücut iç ve dış değişken nedenli strese cevap kapasitesinde azalma yaşlanmanın bütün canlılar için genel özelliklerindendir (Çakır, 2000; Browner, vd., 2004). Yaşlanmanın nedenlerini açıklamaya yönelik pek çok teori geliştirilmiştir (Medvedev, 1990; Guarente ve Kenyon, 2000; Karan ve Tufan, 2010). Biyolojik yaşlanmayı bir teori ile tam olarak açıklayabilmek mümkün değildir, çünkü yaşlanma çok faktörlü bir olgudur. Bu çalışmada bilimsel araştırmalarla destek kazanan, yaşlanmayı genetik yönü ile açıklayan güncel bazı teorilere yer verilmiştir.

Somatik Mutasyonlar Teorisi: Bu teoriye göre hücrede iç ve dış faktörlerin etkisi ile oluşan DNA hasarına hücresel cevap kapasitesinde yaşlanma ile bir azalma olmaktadır. DNA hasarına cevap, DNA'da meydana gelen hasar türünün tespiti,

uygun tamir mekanizması ile tamiri, tamir mümkün değilse hücre siklusunun kontrolü veya apoptoz (hücrenin programlı şekilde ölümü) mekanizması ile hücrenin organizmaya zararsız hale getirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Telomeraz Aktivitesi Teorisi: Hücrelerdeki kromozomların uç kısımlarında, kromozomların stabilitesinden sorumlu, telomer olarak adlandırılan tekrarlayan özgül DNA dizileri vardır. Hücrede kromozomların çekirdek membranına tutunarak belirli bir pozisyonu korumasını sağlar. Doğrusal DNA'ya sahip hücrelerde (kansere hücreleri gibi bazı istisnalar hariç), her hücre bölünmesi sonucunda bu telomer bölgeleri kendilerini tam olarak eşleyemezler ve bir miktar kısalırlar. Bu diziler kritik bir kısalığa ulaştığında hücre bütünlüğünü koruyamaz ve yaşlanma ile ilgili mekanizmalar tetiklenir (Atlı ve Bozcuk, 2002; Flores, vd., 2005). Bu durum "Hayflick sınırı" olarak adlandırılır (Hayflick, 1965; Hayflick, 1976). Kısalmış telomer yapısının, ateroskleroz, vasküler demans ve Alzheimer hastalığı (Taupin, 2010) gibi yaşlılıkla ilişkili hastalıklarla bağlantılı olduğu bildirilmiştir.

Serbest Radikaller Teorisi: Yaşlanmaya serbest radikallerin neden olduğunu savunan bu teoriye göre, oksijenli solunum yapan bütün canlıların hücrelerinde bu metabolizma sonunda doğal olarak serbest radikaller oluşur. Bunlar en dış elektron zarfında bir elektron kaybetmiş ve dolayısıyla bu elektron açığını kapatabilmek için hücredeki başka atomların elektronlarını paylaşmaya çalışan atomlardır. Antioksidanlar tarafından dengelenmedikçe, bu reaktif oksijen türevleri hücrenin yapıtaşı olan hücre zarına, proteinlere, yağlara ve DNA'ya zarar verirler (Sohal, vd., 2002, Şekeroğlu ve Şekeroğlu, 2009). Bu teoriye göre, yaşla birlikte bu dengeleme yeteneği azalır, bu nedenle vücudun ürettiği antioksidan enzimlere ilaveten besinle antioksidan almanın ömür uzunluğu üzerine olumlu etkisi olabilir. Bu düşüncenin insan üzerinde deneysel kanıtlandığı çalışmalar olmamakla birlikte model hayvanlarla yapılan bazı deney sonuçları (Guarente ve Kenyon, 2000; Shimokawa ve Trindade, 2010) diyetle antioksidan eklemeinin ömür uzunluğunu pozitif etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, çevre kirliliği, sigara, herbisit ve pestisitler, bazı çözücüler, ilaçlar, zararlı güneş ışınları, bazı tıbbi tedaviler, bazı gıda bulaşanlarının da hücrelerde serbest radikal oluşumunu artırdığı bilinmektedir (Çakır Arca ve Sarıkaya, 2005).

Genetik Yaşlanma Teorisi: Canlıların ömür uzunluğunu soy, cins ve ırka bağlı olarak, DNA şifremize dayandıran bir teoridir. Her ne kadar yaşama alışkanlıkları ve çevre koşulları yaşlanma hızını etkilese de her canlı türü için genlerde kodlanmış bir üst limitin (genetik yaş) olduğunu ifade eder. Her canlı türünün ve hücresinin kendine göre az çok belirlenmiş bir ortalama ömrünün bulunması bu teoriyi desteklemektedir (Hayflick, 1965; Hayflick, 1976). Genel olarak kadınların erkeklere göre beklenen yaşam süresinin daha uzun olması da genetik nedene dayanır.

İmmünolojik ve Endokrin Teorisi: Yaşlanma ile beraber vücudun yabancı ve kendi elemanlarını tanıma ve ayırt etme

yeteneği azalır. Bağışıklık (immün) sistem yaşlanınca, vücudun kendi dokuları ile yabancı olan arasındaki farkı tanıma yeteneğini kaybetmeye başlar ve vücut savunması aksar. Bu teoriye göre, endokrin bezlerin hormon salgılamalarındaki düzensizlik veya yetersizlik yaşlanmayı başlatmaktadır.

Kalori Kısıtlaması: Beslenme ve yaşlanma her zaman ilişkili bulunmuştur. Örneğin, henüz mekanizması tam olarak bilinmemekle beraber, mayalardan memelilere kadar, eğer eksik ve yanlış beslenme yoksa, kalori kısıtlamasının yaşlanmayı geciktirdiği ve ömrü uzattığı deneysel verilerle genel olarak kabul görmektedir (Masoro, 2000; Smith, , vd., 2004; Shimokawa ve Trindade, 2010).

Alglerin potansiyel içerikleri

Denizlerin önemli zenginliklerinden biri olan algler, biyolojik ve ekolojik fonksiyonları ile sucul ekosistemin primer üreticisi olmaları yanında, özellikle bazı uzak doğu ülkelerinde insan beslenmesinde de önemli bir yere sahiptir. Ayrıca, hücre duvarında bulunan agar, aljinat ve karaginin gibi polisakaritler eczacılıkta ve gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak kullanılırken, antibakteriyel, antiviral, antikanser, antifungal gibi etkileri olan değerli kimyasal içeriklere de sahip oldukları bilinmektedir (Gökpinar vd., 2006; Kasimala vd., 2015).

Dünyada Phaeophyceae (Ochrophyceae) ve Rhodophyceae sınıflarından olan 100'den fazla alg türü içerdikleri protein, karbonhidrat, vitamin ve minerallerin varlığından dolayı dünyanın çeşitli yerlerinde insanlar tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaktadır (Oğur, S. 2016). Örneğin, gıda takviyesi olarak kullanılan tatlı su mavi-yeşil alglerden *Spirulina platensis*'in, protein, esansiyel yağ asitleri, antioksidan karotenoidler, B vitamini kompleksi, E vitamini, bakır, manganez, magnezyum, demir, selenyum ve çinko gibi mineral içeriği açısından zengin bir kimyasal koruyucu olduğu ve gıda takviyesi olarak alındığında damar sertliği, diyabet, hidroksil radikalleri yakalayarak kansere karşı koruyucu etki gösterdiği gözlenmiştir (Ovando, vd., 2016). Ayrıca, *Padina pavonia*'nın

antiproliferatif ve antikarsinojen etkisi araştırılmış ve kolon kanserinde pozitif etkisinin olabileceği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada, *U. lactuca*'nın protein ve vitamin içeriği açısından zengin özellikte olduğu, uzak doğu ülkelerinde gıda ve gübre amacıyla kullanıldığı (Durucan ve Turna 2011; Chu, vd., 2010; Huangfu, vd., 2013) bildirilmiştir. Son yıllarda araştırmacılar alglerde bulunan antioksidan bileşikler ve bunlardan porphyran ve shinorinenin yaşlanma karşıtı etkisine dikkat çekmektedir (Munir, 2013; Cornish ve Garbary, 2010). Ayrıca Olasehinde ve arkadaşları (2017) patogenezi, oksidatif stres, kolinerjik işlev bozukluğu, nöronal hasar, protein yanlış katlanması ve agregasyonu ile ilişkili kompleks mekanizmaları içeren yaşlanma ile ilişkili Alzheimer hastalığının tedavisinde, bazı mikroalgal biyoaktif bileşiklerin ve ekstraktların beyinde nöronal hasarın yanı sıra hafıza bozukluğunu önleyebileceğine dair artan kanıtlardan bahsetmesi ümit vericidir.

Doğal antioksidanlar olan flavonoidler, fenolik bileşikler, tanninler ve terpenlerin hücredeki kararsız yapıdaki serbest radikalleri nötralize ederek hücreleri korur. Bu nedenle, son zamanlarda doğal antioksidan kaynakları olarak bilinen bazı alglerin hücre koruyucu ve onarıcı özelliklerinden dolayı biyoteknolojik üretimleri yapılmaktadır. Örneğin, özel tekniklerle kültüre alınan bazı alglerde yoğun beta-karoten, astaksantin, zeaksantin, lutein gibi kuvvetli antioksidan özelliklere sahip pigment maddelerinin miktarı artırılabilmiştir. Son yıllarda model hayvanlar ile yapılan ömür uzunluğu çalışmalarında alglerden bazı olumlu sonuçlar alınmıştır (Tablo 1). Algler, zengin antioksidan içeriklerinin fark edilmesi ile son yıllarda önem kazanmışlardır (Gökpinar, vd. 2006; Cornish ve Garbary, 2010). Çünkü doğal antioksidanların dejeneratif bazı hastalıklarda hücre koruyucu ve tedavi edici etkisinin olduğu bildirilmektedir. Kemoterapinin yan etkilerinin tolare edilmesinde de antioksidan içeren gıdalar öne çıkmaktadır. Bu sonuçlar, insan ömrünün uzatılması ve kaliteli yaşlılık kriterlerinin sağlanması açısından alglerin gelecekte bir potansiyel olabileceği fikrini desteklemektedir.

Tablo 1. Bazı alg türlerinin anti-gerontolojik aktiviteleri ve bunların test edilen bileşikleri üzerine daha önce rapor edilen bazı araştırma sonuçları
Table 1. Some previously reported research results on anti-gerontological activities and their tested compounds of some algae species

Bazı alg türlerinin anti-gerontolojik aktiviteleri ve bunların test edilen bileşikleri ile ilgili rapor edilen araştırma sonuçları	Kaynaklar
<i>Porphyra haitanesis</i> (Rhodophyta). <i>Porphyra haitanesis</i> 'in (Rhodophyta) sülfatlanmış polisakarit fraksiyonunun (F2), antioksidan enzim aktivitesi, lipid peroksidasyonu ve toplam antioksidan kapasitesinde yaşlılığa bağlı değişiklikler farede in vivo olarak farklı dokularda incelendi. F2'nin, toplam antioksidan kapasitesindeki azalmayı ve antioksidan enzimlerin faaliyetlerini telafi etmekte ve böylece lipid peroksidasyon riskini azaltmada etkili olduğu rapor edildi.	Zhang, Q., vd., 2003
Makroalglerden (<i>Endarachne binghamiae</i> , <i>Schizymenia dubyi</i> , <i>Ecklonia cava</i> and <i>Sargassum</i> , <i>Silquastrum</i> , <i>Sargassum polycystum</i>) türetilen bileşiklerin dermatolojide potansiyel terapötik maddeler olduğu, elde edilen bazı özütlerin cilde renk veren melanin pigmenti ile ilgili tirozinaz inhibe edici aktivitesi ile cildi foto hasarların yaşlanma etkisinden ve deri kanseri melanomadan koruduğuna dair bulgulara yer verildi. Ayrıca, <i>Sargassum muticum</i> 'dan izole edilen tetrapreniltolukuinol kroman meroterpenoid ve <i>Ecklonia cava</i> 'dan izole edilen Eckstolonolun foto-yaşlanmaya karşı etkilerine yer verildi.	Wang H.D. vd.,2017; Cha, S. H., vd., 2011 Chan, Y. Y., vd., 2011; Balboa, E. M., vd., 2015 Jang, J., vd., 2012

- Porphyra haitanensis*'den elde edilen porfirinlerin diyetle alınmasının, erkek ve dişi *Drosophila melanogaster*'de ömrü uzattığı ifade edilmiştir. Zhao, T. vd., 2008
- Lipidlerin oksidatif bozunmasının, insanlarda ateroskleroz, yaşlanma ve karsinogenezide önemli rol oynadığı, gıdaların raf ömrünü uzatmada kullanılan sentetik antioksidanlar yerine alglerden elde edilen doğal antioksidanların sağlık risklerini azaltarak ömrü uzatacağı ifade edilmiştir. Jin, C. vd., 2016
- Asya'da en çok yenilen bir kırmızı deniz yosunu olan *Porphyra tenera*'dan elde edilen uçucu yağın (PTVO) ömür uzatan antioksidan potansiyeli in vitro biyokimyasal deneyler ile değerlendirildi. Patra, J. K. vd., 2017
- Güneşin, canlıları UV-A ve UV-B gibi zararlı radyasyona maruz bıraktığı ve alglerin UV'nin zararını gidermek için MAA'lar, scytonemin, karotenoidler ve diğer bazı bileşikler gibi bir dizi fotokoruyucu bileşiği sentezleyerek veya biriktirerek toksisiteden kaçınma, onarım ve koruma gibi bazı mekanizmalar geliştirdiği belirtilerek, bu fotoprotektif bileşiklerin dermatolojik yaşlanmayı önleyici özelliklerine dikkat çekildi. Rastogi, R.P., 2010
- SIRT gen ailesinin kodladığı proteinlerin, histonların deasetilasyonu kromatinin yoğunlaşması (heterokromatin) ile gen ifadesinin baskılanmasında rol aldığı bilinmektedir. Kanfi, Y. vd., 2012.
- Kanser, obezite ve insüline dirençli diyabet de dahil olmak üzere yaşla ilişkili hastalıkların ve metabolik sendroma bağlı bozuklukların önlenmesinde kullanılabilecek potansiyel adaylar olarak yeni SIRT6 modülatörleri için kahverengi yosun türlerinin tarandığı ve SIRT6 modüle edici aktiviteye karşı test edilen beş çeşit kahverengi yosundan *F. distichus*'un aktif maddesi fukoidanın SIRT6 deasetilasyon aktivitesini doz bağımlı bir şekilde artırdığı ifade edildi. SIRT6 eksikliğinin farelerin yaşamını kısalttığı, aşırı ekspresyonunun ise erkek farelerin ömrünü uzattığı ve diyetle indüklenen obeziteyi önlediği ifade edildi. Rahnasto-Rilla, M. K. vd., 2017
- Hücre kültürleri ile yapılan çalışmalarda, ticari olarak da üretilen ve tek hücreli alg olan *Haematococcus pluvialis*'den elde edilen Astaxanthin'in Hücre mitokondrisini endojen oksijen radikallerine karşı koruduğu ve onların enerji üretim verimliliğini geliştirdiği, insanda yaşa bağlı bazı fonksiyonların azalmasında da önleyici olabileceği ifade edildi. Kidd, 2011
- Üç yeşil mikro algın (*Dunaliella tertiolecta*, *Tetraselmis Suecica* ve *Nannochloropsis sp*) yağ ekstraksiyonundan sonra kalan kalıntısı analiz edilmiş ve Antioksidan ve anti-aging kapasitesi ekonomik açıdan endüstriyel önemde bulunmuştur. Mikroalgden biyoyakıt üretimi ve atığın nutrasötik ve nutricosmetik alanda endüstriyel kullanımının sürdürülebilirliği ve ekonomik katkısına dikkat çekilmiştir. Norzagaray-Valenzuela, C. D. vd., 2017
- Algal biyokütleden ekstrakte edilen fonksiyonel bileşenlerin diyet ve sağlık açısından yaygın olarak kullanıldığı belirtilen bu derlemede, yosunlardaki insan derisi tedavilerine ilişkin aktif bileşiklerden bahsedilip, anti enfeksiyon, anti-aging, cilt-beyazlatma ve cilt tümörü tedavileri için yüksek potansiyel oldukları ile ilgili araştırma sonuçlarına yer verilmiştir. Wang, D. vd., 2017

TARTIŞMA VE SONUÇ

Algler günümüzde zengin içerikleri nedeniyle gıda, ziraat, eczacılık, tıp, biyoteknoloji ve hatta biyo-yakıt olarak enerji gibi birçok endüstriyel alanda gelecek vadeden potansiyel olarak dikkat çekmektedir. Yaşadığımız çevrenin sanayi, tarımsal faaliyetler, antropojenik etkiler gibi faktörlerle kirlenmesi soluduğumuz havayı, temas ettiğimiz eşyaları ve hatta besinlerimizi kirlenmiştir. Bu durum, başta DNA olmak üzere, hücre biyomolekülleri için yıkıcı etkisi olan serbest radikallerin hücrelerde oluşumu ve genotoksik etkisini artırmaktadır (Sankaya ve Çakır, 2005; Sankaya vd, 2006).

Bütün canlılar için evrensel bir gerçek olan yaşlanma çok faktörlü bir olgudur. Çevresel değişen faktörlere uyum ve vücut homeostasisini sağlama yeteneğinde azalma, vücut iç ve dış

değişken nedenli strese cevap kapasitesinde azalma genel özelliklerindendir. İyi yaşama beslenme ile bu olgunun önlenmesi de yavaşlatılması ve kaliteli bir yaşlılığın mümkün olduğu ve ölüm nedenlerinin başında gelen kanser ve kalp-damar hastalıkları gibi metabolizma ile ilgili hastalıkların azaltılabileceği ve hatta yaşlanmanın geciktirebileceği ifade edilmektedir. Bu bağlamda, bazı alglerin hücredeki serbest radikalleri etkisiz hale getiren antioksidan özellikteki flavonoid ve karotenoidler gibi besin öğelerince zengin oluşu, onları günümüzde potansiyel canlılar ve etken madde kaynağı olarak ön plana çıkarmıştır (Bhuvanewari, vd., 2013; Burçak ve Andican, 2004; Chandini vd., 2008).

Bu nedenle, dünyanın bazı ülkelerinde yıllardır sağlıklı beslenmenin vazgeçilmez bir unsuru olan ve antioksidan içeriği

zengin alglerin (Drum, 2013), insan beslenmesinde gelecek vadeden potansiyeli göz ardı edilemez. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye'nin sularında potansiyel olarak var olan ve

değerlendirilmeyen bu organizmalar doğal ilaç hammaddeleri ve alternatif besin katkıları olarak ekonomiye kazandırılabilir ve sağlık sektörü için gelecekte güçlü bir alternatif olabilir.

KAYNAKÇA

- Atlı, K. & Bozcuk, A.N. (2002). Telomer ve hücre yaşlanma. *Geriatrici*, 5(3):111-114.
- Balboa, E.M., Li, Y.X., Ahn, B.N., Eom, S.H., Domínguez, H., Jiménez, C. & Rodríguez, J. (2015). Photodamage attenuation effect by a tetraprenyltoluquinol chromane meroterpenoid isolated from *Sargassum muticum*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 148 51-58. doi: [10.1016/j.jphotobiol.2015.03.026](https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2015.03.026)
- Bhuvaneswari, S., Murugesan, S., Subha, T.S., Dhamotharan, R. & Shettu, N. (2013). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 5(3):82-85.
- Bishop, N.A. & Guarente, L. (2007). Genetic links between diet and lifespan: shared mechanisms from yeast to humans. *Nature Reviews Genetics*, 8(11):835-844. doi: [10.1038/nrg2188](https://doi.org/10.1038/nrg2188)
- Browner, W.S., Kahn, A.J., Ziv, E., Reiner, A.P., Oshima, J., Cawthon, R.M., & Cummings, S.R. (2004). The genetics of human longevity. *The American Journal of Medicine*, 117(11):851-860. doi: [10.1016/j.amjmed.2004.06.033](https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2004.06.033)
- Burçak, G. & Andican, G. (2004). Oksidatif DNA hasarı ve yaşlanma. *Cerrahpaşa Tıp Dergisi*, 35(4):159-169.
- Cao, J., Wang, J., Wang, S. & Xu, X. (2016). Porphyra species: a mini-review of its pharmacological and nutritional properties. *Journal of Medicinal Food*, 19(2):111-119. doi: [10.1089/jmf.2015.3426](https://doi.org/10.1089/jmf.2015.3426)
- CHA, S.H., KO, S.C., Kim, D., & JEON, Y.J. (2011). Screening of marine algae for potential tyrosinase inhibitor: those inhibitors reduced tyrosinase activity and melanin synthesis in zebrafish. *The Journal of Dermatology*, 38(4):354-363. doi: [10.1111/j.1346-8138.2010.00983.x](https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2010.00983.x)
- Chan, Y.Y., Kim, K.H., & Cheah, S.H. (2011). Inhibitory effects of *Sargassum polycystum* on tyrosinase activity and melanin formation in B16F10 murine melanoma cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 137(3):1183-1188. doi: [10.1016/j.jep.2011.07.050](https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.07.050)
- Chandini, S.K., Ganesan, P. & Bhaskar, N. (2008). In vitro antioxidant activities of three selected brown seaweeds of India. *Food Chemistry*, 107(2):707-713. doi: [10.1016/j.foodchem.2007.08.081](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.081)
- Chu, W.L., Lim, Y.W., Radhakrishnan, A.K., & Lim, P.E. (2010). Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10(1):53. doi: [10.1186/1472-6882-10-53](https://doi.org/10.1186/1472-6882-10-53)
- Cirik, Ş., Akçalı, B. & Bilecik, N. (2001). *Gökova Körfezi (Ege Denizi) deniz bitkileri*. Piri Reis Bilim Serisi No.4, DEÜ-DBTE, Yayın No.09.8888.6000/DK.01.001.260, İzmir, 95 s.
- Çakır Arica, Ş. & Sarıkaya, R., (2005). Genotoxicity testing of some organophosphate insecticides in the *Drosophila* wing spot test. *Food and Chemical Toxicology*, 43(3):443-450. doi: [10.1016/j.fct.2004.11.010](https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.11.010)
- Çakır, Ş. (2000). Genetics and Some Aging-Related Mechanisms. *Turkish Journal of Zoology*, 24(2):183-190.
- Cornish M. L. ve Garbary, D. J. 2010. Antioxidant from macroalgae: Potential applications in human health and nutrition. *Algae* 25(4):155-171. doi: [10.4490/algae.2010.25.4.155](https://doi.org/10.4490/algae.2010.25.4.155)
- Drum, R., 2013. Sea Vegetables for Food and Medicine, *Well Being Journal*, 3-12.
- Durucan, F. & Tuma, İ.İ. (2011). Antalya Batı Kıyıları'nın (Antalya-Kalkan) Makrobentik Deniz Algleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi*, 6(2):91-98
- El-Sheekh, M.M., Osman, M.E., Dyab, M.A. & Amer, M.S. (2006). Production and characterization of antimicrobial active substance from the cyanobacterium *Nostoc muscorum*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21(1):42-50. doi: [10.1016/j.etap.2005.06.006](https://doi.org/10.1016/j.etap.2005.06.006)
- Flores, I., Cayuela, M.L., & Blasco, M.A. (2005). Effects of telomerase and telomere length on epidermal stem cell behavior. *Science*, 309(5738):1253-1256. doi: [10.1126/science.1115025](https://doi.org/10.1126/science.1115025)
- Gökpinar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., & Durmaz, Y. (2006). Algal Antioksidanlar. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1-1):85-89.
- Guarente, L., & Kenyon, C. (2000). Genetic pathways that regulate ageing in model organisms. *Nature*, 408(6809): 255-262. doi: [10.1038/35041700](https://doi.org/10.1038/35041700)
- Hayflick, L. (1965). The limited in vitro lifetime of human diploid cell strains. *Experimental Cell Research*, 37(3):614-636. doi: [10.1016/0014-4827\(65\)90211-9](https://doi.org/10.1016/0014-4827(65)90211-9)
- Hayflick, L. (1976). The cell biology of human aging. *New England Journal of Medicine*, 295(23):1302-1308. doi: [10.1056/NEJM197612022952308](https://doi.org/10.1056/NEJM197612022952308)
- Howden, R., 2013. Nrf2 and Cardiovascular Defense Hindawi Publishing Corporation *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* Volume 2013, Article ID 104308, 10 pages. doi: [10.1155/2013/104308](https://doi.org/10.1155/2013/104308)
- Huangfu, J., Liu, J., Sun, Z., Wang, M., Jiang, Y., Chen, Z.Y., & Chen, F. (2013). Antiaging effects of astaxanthin-rich alga *Haematococcus pluvialis* on fruit flies under oxidative stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(32):7800-7804. doi: [10.1021/jf402224w](https://doi.org/10.1021/jf402224w)
- Jang, J., Ye, B.R., Heo, S.J., Oh, C., Kang, D.H., Kim, J.H., Affan, A., Yoon, K.T., Choi, Y.U., Park, S.C., Han, S., Qian, Z.J., Jung, W.K. & Choi, H.W. (2012). Photo-oxidative stress by ultraviolet-B radiation and antioxidative defense of eckstolonol in human keratinocytes. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 34(2):926-934. doi: [10.1016/j.etap.2012.08.003](https://doi.org/10.1016/j.etap.2012.08.003)
- Kanfi, Y., Naiman, S., Amir, G., Peshti, V., Zinman, G., Nahum, L., Joseph, Z.B. & Cohen, H.Y. (2012). The sirtuin SIRT6 regulates lifespan in male mice. *Nature*, 483(7388):218-221. doi: [10.1038/nature10815](https://doi.org/10.1038/nature10815)
- Karan, M. A., & Tufan, F. (2010). Yaşlanma mekanizmaları. *Ege Tıp Dergisi*, 49(10):11-17.
- Kasimale, M. B., Mebrahtu, L., Magoha, P. P., Asgedom, G., & Kasimale, M. B. (2015). A review on biochemical composition and nutritional aspects of seaweeds. *Caribbean Journal of Science and Technology*, 3:789-97.
- Kidd, P., 2011. Astaxanthin, Cell Membrane Nutrient with Diverse Clinical Benefits and Anti- Aging Potential. *Alternative Medicine Review* Volume 16, Number 4.
- Masoro, E. J. (2000). Caloric restriction and aging: an update. *Experimental Gerontology*, 35(3):299-305. doi: [10.1016/S0531-5565\(00\)00084-X](https://doi.org/10.1016/S0531-5565(00)00084-X)
- Medvedev, Z. A. (1990). An attempt at a rational classification of theories of ageing. *Biological Reviews*, 65(3):375-398. doi: [10.1111/j.1469-185X.1990.tb01428.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1990.tb01428.x)
- Munir, N., Sharif, N., Naz, Shagufta, Marzoor, F. (2013). Algae: A potent antioxidant source. *Sky Journal of Microbiology Research*, 1(3):22-31, April, 2013 <http://www.skyjournals.org/SJMR>
- Norzagaray-Valenzuela, C.D., Valdez-Ortiz, A. Shelton, L.M, Jiménez-Edeza M., Rivera-López, J., Valdez-Flores AGermán-Báez, L.J. (2017). Residual biomasses and protein hydrolysates of three green microalgae species exhibit antioxidant and anti-aging activity. *J Appl Phycol*, 29:189-198. doi: [10.1007/s10811-016-0938-9](https://doi.org/10.1007/s10811-016-0938-9)
- Oğur, S. (2016). Kurutulmuş alglerin besin değeri ve gıda olarak kullanımı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1):67-79. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.10](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.10)
- Olasehinde, T.A., Olaniran, A.O., Okoh, A.I. 2017. Therapeutic Potentials of Microalgae in the Treatment of Alzheimer's Disease. *Molecules* 2(3):480. doi: [10.3390/molecules22030480](https://doi.org/10.3390/molecules22030480)
- Ovando, C.A., de Carvalho, J.C., Pereira, G.V.D.M., Jacques, P., Soccol, V.T., & Soccol, C.R. (2016). Functional properties and health benefits of

- bioactive peptides derived from Spirulina: A review. *Food Reviews International*, 1-18.
- Patra, J.K., Lee, S.W., Kwon, Y.S., Park, J.G., & Baek, K.H. (2017). Chemical characterization and antioxidant potential of volatile oil from an edible seaweed *Porphyra tenera* (Kjellman, 1897). *Chemistry Central Journal*, 11(1):34. doi: [10.1186/s13065-017-0259-3](https://doi.org/10.1186/s13065-017-0259-3)
- Rahnasto-Rilla, M.K., McLoughlin, P., Kulikowicz, T., Doyle, M., Bohr, V.A., Lahtela-Kakkonen, M., Ferruci, L., Hayes, M. & Moaddel, R. (2017). The Identification of a SIRT6 Activator from Brown Algae *Fucus distichus*. *Marine Drugs*, 15(6):190. doi: [10.3390/md15060190](https://doi.org/10.3390/md15060190)
- Rastogi, R.P. (2010). Photoprotective compounds from marine organisms. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 37(6):537-558. doi: [10.1007/s10295-010-0718-5](https://doi.org/10.1007/s10295-010-0718-5)
- Sarıkaya, R. & Çakır, Ş. (2005). Genotoxicity testing of four food preservatives and their combinations in the *Drosophila* wing spot test. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 20(3):424-430. doi: [10.1016/j.etap.2005.05.002](https://doi.org/10.1016/j.etap.2005.05.002)
- Sarıkaya, R., Çakır, Ş. & Solak, K. (2006). Effects of food preservatives on the longevity of *Drosophila melanogaster* (mwhxflr). *Kastamonu Education Journal*, 14:173-184.
- Schagen, S.K., Zampeli, V.A., Makrantonaki, E. & Zouboulis, C.C. (2012). Discovering the link between nutrition and skin aging. *Dermato-endocrinology*, 4(3):298-307. doi: [10.4161/derm.22876](https://doi.org/10.4161/derm.22876)
- Shimokawa, I. & Trindade, L.S. (2010). Dietary restriction and aging in rodents: a current view on its molecular mechanisms. *Aging and Disease*, 1(2):89.
- Smith, J.V., Heilbronn, L.K. & Ravussin, E. (2004). Energy restriction and aging. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 7(6):615-622. doi: [10.1097/00075197-200411000-00005](https://doi.org/10.1097/00075197-200411000-00005)
- Snare, D.J., Fields, A.M., Snell, T.W. & Kubanek, J. (2013). Lifespan extension of rotifers by treatment with red algal extracts. *Experimental Gerontology*, 48(12):1420-1427. doi: [10.1016/j.exger.2013.09.007](https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.09.007)
- Sohal, R.S., Mockett, R.J. & Orr, W.C. (2002). Mechanisms of aging: an appraisal of the oxidative stress hypothesis 1, 2. *Free Radical Biology and Medicine*, 33(5):575-586. doi: [10.1016/S0891-5849\(02\)00886-9](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(02)00886-9)
- Southgate, D.A.T. (1990). Dietary fiber and health. *Dietary Fibre: Chemical and Biological Aspects*, (Southgate, D.A.T., Waldron, K., Johnson, I.T. and Fenwick, G.R., eds), pp. 282-284, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Şekeroğlu, Z.A. & Şekeroğlu, V. (2009). Oksidatif mitokondrial hasar ve yaşlanmadaki önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 2(2):69-74.
- Taupin, P. (2010). A dual activity of ROS and oxidative stress on adult neurogenesis and Alzheimer's disease. *Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Central Nervous System Agents)*, 10(1):16-21.
- Wang, H.M.D., Li, X.C., Lee, D.J. & Chang, J.S. (2017). Potential biomedical applications of marine algae. *Bioresource Technology*, 244(2):1407-1415. doi: [10.1016/j.biortech.2017.05.198](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.05.198)
- Wong, K.H. & Cheung, P. C. (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds: Part I-proximate composition, amino acid 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)
- Zeybek, N. (1969). Türkiye'nin Akdeniz Algleri. *Bodrum-Finike Körfezi sahil boyu*, 2. Ege Denizi-Edremit Saros Körfezi-Sile. TBAG-124 nolu proje.
- Zhang, Q., Li, N., Zhou, G., Lu, X., Xu, Z. & Li, Z. (2003). In vivo antioxidant activity of polysaccharide fraction from *Porphyra haitanensis* (Rhodophyta) in aging mice. *Pharmacological Research*, 48(2):151-155. doi: [10.1016/S1043-6618\(03\)00103-8](https://doi.org/10.1016/S1043-6618(03)00103-8)
- Zhao, T., Zhang, Q., Qi, H., Liu, X. & Li, Z. (2008). Extension of life span and improvement of vitality of *Drosophila melanogaster* by long-term supplementation with different molecular weight polysaccharides from *Porphyra haitanensis*. *Pharmacological Research*, 57(1):67-72. doi: [10.1016/j.phrs.2007.12.001](https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.12.001)



ISSN: 1300-1590



13001590