

# Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

[www.egejfas.org](http://www.egejfas.org)

ISSN 1300 - 1590

## EgeJFAS

# Su Ürünleri Dergisi



**Volume 34 Number 1**

**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](mailto: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 Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.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 6<sup>th</sup> 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

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

### Books

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

### Chapter in Books

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

### Proceedings

Soutos, N., Lossifidou, E., Lazou, T., & Sergedilis, D. (2010). Prevalence and antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolated from RTE seafoods in Thessaloniki (Northern Greece). In Ş. Çaklı, U. Çelik, C. 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, THOMSON REUTERS (Zoological Records), EBSCOhost, ASFA, ProQuest, OAJI, SHERPA/RoMEO, Paperity, 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](mailto:editor@egejfas.org)

### ISSN

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

# Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 34 Number 1

ISSN 1300-1590

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| İzmir Körfezi'nin fiziksel oşinografisine genel bakış<br>An overview on İzmir Bay physical oceanography<br>Canan Eronat .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1-9     |
| Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three <i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 populations, Turkey<br>Türkiye'deki üç <i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 popülasyonunun total boy ile otolit boyutları arasındaki ilişkilerinin bölgesel varyasyonu<br>Derya Bostancı, Serdar Yedier, Seda Kondaş, Gülşah Kurucu, Nazmi Polat .....                                                                                       | 11-16   |
| Bezelye protein konsantrasyonunun granyöz ( <i>Argyrosomus regius</i> ) balıklarında büyüme performansı, biyolojik parametreler, vücut kompozisyonu ve amonyak boşaltımı üzerine etkileri<br>Effects of dietary pea protein concentrate on growth performance, biological parameters, body composition and total ammonia-nitrogen excretion of meagre ( <i>Argyrosomus regius</i> )<br>Derya Güroy, Serhan Mantoğlu, Onur Karadal .....                              | 17-23   |
| Farklı istiridye türlerinin tespitinde RAPD-PZR kullanımı<br>Identification of different oyster species using RAPD-PCR<br>Emel Özcan Gökçek, Aynur Lök, Bilge Karahan, Evrim Kurtay .....                                                                                                                                                                                                                                                                            | 25-30   |
| Evaluation of sesame ( <i>Sesamum indicum</i> ) seed meal as a replacer for soybean meal in the diets of rainbow trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792)<br>Gökkuşluğu alabalığı ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792) yemine soya küspesi yerine susam ( <i>Sesamum indicum</i> ) tohumu küspesinin değerlendirilmesi<br>Seval Dernekbaşı, İsmihan Karayücel, Ayşe Parlak Akyüz .....                                                               | 31-39   |
| Keban Baraj Gölü (Elazığ/Türkiye) su ürünleri kooperatiflerine ortak balıkların sosyo-ekonomik yapısı<br>The socio-economic structure of partner fishermen to fisheries cooperatives in Keban Dam Lake (Elazığ/Turkey)<br>Mürşide Dartay, İlhan Canpolat .....                                                                                                                                                                                                       | 41-46   |
| Doğu Karadeniz Bölgesi'nden avlanan deniz salıngozunun ( <i>Rapana venosa</i> Valenciennes, 1846) et verimi ve besin kompozisyonundaki mevsimsel değişim<br>Seasonal variation of meat yield and nutritional composition of sea snail ( <i>Rapana venosa</i> Valenciennes, 1846) captured from Eastern Black Sea Region<br>Serkan Koral, Altan Kıran .....                                                                                                           | 47-56   |
| Kuzeydoğu Akdeniz'de Kupes ( <i>Boops boops</i> ) ve Dil balığı ( <i>Solea solea</i> ) için ticari ve alternatif torbaların seçiciliği<br>Selectivity of commercial and alternative codends for Bogue ( <i>Boops boops</i> ) and Common sole ( <i>Solea solea</i> ) in Northeastern Mediterranean<br>Ahmet Raif Eryaşar .....                                                                                                                                        | 57-62   |
| Gökçeada içsularının Amphipoda (Crustacea: Malacostraca) faunası<br>Amphipoda (Crustacea: Malacostraca) fauna of the inland-waters of Gökçeada Island<br>Murat Özbek, Nurcan Özkan .....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 63-67   |
| A histological study on the ventricle of convict cichlid, <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Günther, 1867)<br>Zebra çiklit, <i>Amatitlania nigrofasciata</i> (Günther, 1867) ventrikülü üzerine histolojik bir çalışma<br>Sezgi Arman, Sema İşisağ Üçüncü .....                                                                                                                                                                                                      | 69-73   |
| Bazı deniz mikroalglerinin ( <i>Nannochloropsis oculata</i> , <i>Tetraselmis chuii</i> ve <i>Dunaliella salina</i> ) kültüründe tuzluluk konsantrasyonunun büyüme ve pigment yapısına etkisinin araştırılması<br>Investigation of the effect of salinity concentration on growth and pigment composition on the some marine microalgae ( <i>Nannochloropsis oculata</i> , <i>Tetraselmis chuii</i> and <i>Dunaliella salina</i> )<br>Yaşar Durmaz, Pınar Piriç ..... | 75-80   |
| Dondurulmuş mezgit ve sardalyadan üretilen surimi ve surimi jellerinin kalite parametrelerindeki değişimler<br>Changes on quality parameters of surimi and surimi gels produced from frozen whiting and sardine<br>Evren Burcu Şen, Şükran Çaklı, Berna Kılıç .....                                                                                                                                                                                                  | 81-91   |
| The community structure of Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) on shallow soft bottoms of the Çanakkale Strait<br>Çanakkale Boğazı kıyısal sularının yumuşak zeminlerindeki Prosobranş (Mollusca: Gastropoda) komünite yapısı<br>Seçil Acar, A. Suat Ateş .....                                                                                                                                                                                                     | 93-101  |
| Kuzey Ege Denizi'nde kupes uzatma ağlarında hedef dışı av olarak yakalanan bazı balık türlerinin seçiciliği<br>Selectivity of some fish species caught as bycatch by bogue gillnets around North Aegean Sea<br>Gökhan Subakan, Alkan Öztekin, İsmail Burak Daban, Adnan Ayaz .....                                                                                                                                                                                   | 103-110 |

### KISA ARAŞTIRMA SHORT COMMUNICATION

|                                                                                                                                                                                              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Growth performance of <i>Clarias gariepinus</i> fingerlings fed diets containing varying levels of groundnut oil<br>Victor Tosin Okomoda, Lateef Oloyede Tiamiyu, Ronald Terhile Chado ..... | 111-114 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|

### TEKNİK NOT TECHNICAL NOTE

|                                                                                                                                                                                                            |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Fethiye'de (Ege Denizi) kullanılan derinsu orfoz oltasının teknik özellikleri<br>Technical characteristics of deep-sea rod and reel for groupers in Fethiye (Aegean Sea)<br>Okan Akyol, Tefik Ceyhan ..... | 115-117 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|



Published by  
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey



---

## Su Ürünleri Dergisi Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

---

### Sahibi Director

Şükran ÇAKLI **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

March 20<sup>th</sup>, 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](mailto:info@egejfas.org)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

# İzmir Körfezi'nin fiziksel oşinografisine genel bakış

## An overview on İzmir Bay physical oceanography

Canan Eronat

Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, 35340, Inciraltı, İzmir  
[canan.ozturk@deu.edu.tr](mailto:canan.ozturk@deu.edu.tr)

Received date: 17.08.2016

Accepted date: 31.10.2016

**How to cite this paper:**

Eronat, C. (2017). An overview on İzmir Bay physical oceanography. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 1-9.  
doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.01

**Öz:** İzmir Körfezi'nde Fiziksel Oşinografi çalışmaları 1988 yılından bu yana düzenli olarak yapılmaktadır. Bu çalışmada kış ve yaz mevsimlerini temsil eden Şubat ve Temmuz 2011 verileri incelenmiştir. Deniz suyu fiziksel değişkenlerinden sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk dağılımları bakımından, Körfez'de kış döneminde dikeyde homojen bir su kolonu bulunurken yaz döneminde iki tabakalı bir yapı vardır. Yüzey ve alt tabaka arasındaki sıcaklık farkı 10°C'yi, termoklin derinliği 20 m'yi bulmuştur. Körfezdeki mevcut su tipleri olan Ege Denizi suyu (ASW), İzmir Körfezi Suyu (IBW) ve İzmir İç Körfez Suyu (IBIW)'nun yanısıra 2011 yılı T-S diyagramında 39 psu tuzluluk değerine yaklaşan kavis ile Levantin ara tabaka suyu (LIW) da tespit edilmiştir. İzmir Körfezinde kış mevsiminde kuzey ve güneydoğu, yaz mevsiminde kuzey rüzgarı hakimdir. Baskın rüzgar yönleri dikkate alınarak yapılan KILLWORTH Ocean General Circulation Model (OGCM) ile mevsimsel akıntı desenleri bulunmuştur. Döngüler bakımından, kuzey ile güneydoğu rüzgarı karşılaştırılırsa, oluşan tüm hareketliliklerin yönlerinin değiştiği görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** İzmir Körfezi, deniz suyu fiziksel özellikleri, akıntı sistemi

**Abstract:** Physical Oceanography studies in İzmir Bay have been regularly carried out since 1988. In this study, February and July 2011 data which representing the winter and summer seasons were analyzed. In terms of the physical variables -sea water temperature, salinity and density distribution, a homogeneous vertical water column was found during the winter period in the Bay, and a two-layer structure in the summer period. Temperature difference between the surface and the bottom is 10°C, and the thermocline depth reaches to 20 m. Types of water existing in the Bay are Aegean Sea Water (ASW), İzmir Bay Water (IBW), İzmir Inner Bay Water (IBIW) and Levantine Intermediate Water (LIW) with salinity 39 psu detected in 2011 T-S diagram. In the İzmir Bay, the prevailing wind directions are north and southeast in winter, and north in summer. By using KILLWORTH Ocean General Circulation Model (OGCM) with the prevailing wind directions, the seasonal flow patterns have been found. After comparison the model results in case of southeast and in case of north wind, it is found that the direction of evolving recirculation patterns change sign in the Bay.

**Keywords:** İzmir Bay, physical properties of sea water, current system

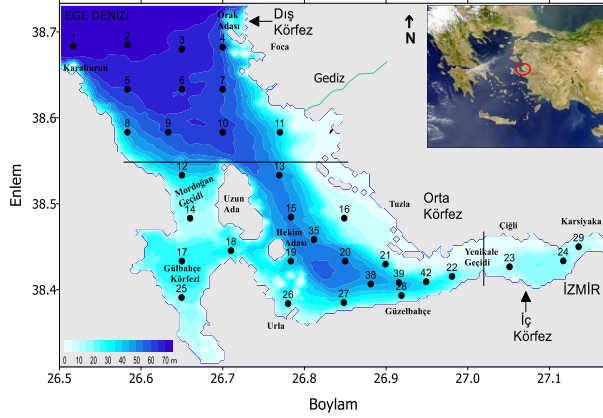
### GİRİŞ

İzmir Körfezi, Anadolu yarımadasının batı sahilinde yer almakta olup kuzey sınırından Ege Denizi'ne bağlanmaktadır (Şekil 1). "L" şeklindeki körfezin batı bölümü 20 km genişliğinde, 40 km uzunluğunda, güney bölümü ise 5-7 km genişliğinde ve 24 km uzunluğundadır. Körfez yüzey alanı ~ 670 km<sup>2</sup>'dir. İzmir körfezi, oldukça yoğun nüfuslu bir yerleşimle çevrelenmiş olduğu için hızla büyüyen kirlilik problemi nedeniyle yıllar boyunca ilgi odağı olmuştur. İzmir Körfezini bu durumdan kurtarmak için yerel yönetim tarafından yapılan İzmir Büyük Kanal Projesinin faaliyete geçmesiyle meydana gelen iyileşme süreçleri ve mevcut durumu, İzmir Körfezi'nde 1988 yılından bu yana R/V K.Piri Reis ile düzenli olarak sürdürülen deniz çalışmaları ile de çok yönlü araştırılmaktadır.

İzmir Körfezi, fiziksel karakteristikleri temel alınarak üç bölgede incelenmektedir: Dış Körfez, Orta Körfez ve İç Körfez (Şekil 1). Dış Körfez'in Ege Denizi'ne yakın kısmının derinliği 70 m'dir. Bu derinlik iç körfeze doğru 10 m'ye düşmektedir.

İzmir Körfezi'nin batı kıyısı ile Uzunada arasında bulunan Mordoğan Geçidi'nin eşik derinliği sadece 14 m'dir. Bir diğer önemli geçit, İç Körfez ile Orta Körfez arasında bulunan Yenikale Geçidi'dir. Yenikale Geçidi'nin iki tarafı arasında suyun fiziksel ve kimyasal karakteristikleri değişkendir.

İzmir Körfezi kış mevsiminde zayıf tabakalaşma ve yaz mevsiminde güçlü tabakalaşma ile sınıflandırılmıştır. Nisan ve Ekim ise yaz ve kış ayları arasında geçiş aylarıdır (Sayın vd., 2006). Sıcaklık değerleri kış mevsiminde Dış Körfez'den İç Körfez'e doğru azalırken, yaz mevsiminde bunun tam tersidir (Sayın, 2003). İzmir Körfezi'nde üç su kütlesi vardır (Sayın vd., 2006). Bunlardan ikisi, Ege Denizi Suyu (Aegean Sea Water, ASW) ve İzmir İç Körfez Suyu (İzmir Bay Inner Water, IBIW), net olarak ayırt edilebilen su tipleridir. Üçüncüsü olan İzmir Körfezi Suyu (İzmir Bay Water, IBW) ise bu iki su kütlesi arasında oluşmuş ve bazı yöresel etkiler altındadır.



**Şekil 1.** İzmir Körfezi batimetrisi, bölümleri ve ölçüm istasyonlarının konumu

**Figure 1.** İzmir Bay bathymetry, sections and location of research stations

Körfez'de genel akıntı siklonik karakterdedir. Ege Denizi'nden Körfeze giren su özellikle kış aylarında Mordoğan Geçidi'nden geçerek Gülbahçeye ve güney kıyıları takip ederek İç Körfez'e yönelir. Körfezin doğu kıyısı boyunca ilerleyen akıntılar Foça açıklarından alt akıntı olarak Körfezi terk eder (Sayın, 2003; Sayın vd., 2006). Bu akıntılar genellikle rüzgar ve termohalin kuvvetlerin güdümünde oluşmaktadır (Pazı, 2000).

Çok soğuk geçen kış dönemlerinde derin su konveksiyon sürecinin bir sonucu olarak oluşan yoğun Ege Denizi suları, özellikle 1993 yılında Grit Boğazlarındaki siller üzerinden Akdeniz'e akmıştır. Akdeniz'e akan Ege Denizi dip suyuna karşılık, su bütçesini dengelemek üzere, Akdeniz yüzey suları (Levant Yüzey ve Orta Tabaka Suları) daha yoğun bir şekilde Doğu Ege Denizi kıyıları boyunca Ege Denizi'ne girmiştir. 90'lı yıllar boyunca EMT (Doğu Akdeniz Transiyenti) diye adlandırılan bu olayla birlikte Akdeniz'den gelen sular Ege Denizi'ni iki defa dolduracak miktarda olup kuzey Ege'ye kadar olan büyük bir bölgenin su özelliklerini etkilemiştir. Akdeniz'in sıcak ve tuzlu suları İzmir Körfezi'nde de zaman zaman görülürler. Bu sular, Ege Denizi'nde olduğu gibi soğuk geçen Kış dönemlerindeki konveksiyon süreçleri ile birlikte İzmir Körfezi'nde yoğunluk seviyelerinin yükselmesine neden olur. İzmir Körfezi yoğunluk seviyelerindeki bu değişim, daha büyük ölçekte Akdeniz ve Ege Denizinde olan önemli süreçlerden biri olan EMT'yi göstermesi açısından önemlidir. Körfezde bulunan su özelliklerinin zamansal değişimini araştırmış olan Eronat (2011) ve Eronat ve Sayın (2014) Ege Denizi için önemli fiziksel süreçlerden biri olan yoğun su oluşumunda İzmir Körfezinin yerini vurgulamıştır.

Bu çalışmada İzmir Körfezi Fiziksel Oşinografi'si yaz ve kış mevsimi için ayrıntılı olarak araştırılmış, deniz suyu fiziksel parametrelerinden sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk dağılımları irdelenerek, mevsimsel tabakalaşma ve mevcut su tipleri saptanmıştır. Ayrıca baskın rüzgar yönleri dikkate alınarak matematik model ile İzmir Körfezi'nin genel akıntı sistemi açıklanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

İzmir Körfezi Fiziksel Oşinografi çalışmaları kapsamında, D.E.Ü. Deniz Bilimleri Teknolojisi Enstitüsü'ne bağlı K.Piri Reis araştırma gemisinde bulunan SBE 911plus CTD ve Seacat 19 Plus sistemleri ile tüm istasyonlarda fiziksel değişkenler ölçülmekte ve suyun fiziksel özellikleri araştırılmaktadır (Şekil 1). Seacat 19 Plus sistemi özellikle kıyı istasyonlarında kullanılmaktadır. Sensörlerin kalibrasyonu her yıl üretici firmaya gönderilerek yaptırılmaktadır. CTD sistemi birincil olarak su basıncı, sıcaklık ve elektrik iletkenliğini ölçmektedir (Tablo 1), ayrıca üzerine takılan ek sensörler yardımıyla ışık geçirgenliği, pH ve sudaki çözünmüş oksijen miktarı gibi verileri de ölçebilmektedir. Ayrıca bu sistem kendi programları ile derinlik, tuzluluk, yoğunluk, potansiyel sıcaklık, potansiyel yoğunluk, sesin denizdeki hızı gibi diğer fiziksel verileri de hesaplayabilmektedir.

**Tablo 1.** CTD Sea-Bird SBE 9/11 sistemi sensör özellikleri

**Table 1.** CTD Sea-Bird SBE 9/11 system sensor properties

| Veriler               | Ölçüm aralığı | Doğruluk          | Çözünürlük        |
|-----------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| Basınç                | 0 - 3000 psi  | % 0.015 tam skala | % 0.001 tam skala |
| Sıcaklık              | -5 - +35°C    | ±0.001°C          | 0.0002°C          |
| Elektrik Geçirgenliği | 0 - 7 S/m     | ±0.0003 S/m       | 0.00004 S/m       |

Bu çalışmada fiziksel değişkenlerin deniz yüzeyi dağılımlarını incelemek için yüzey eşdeğer eğrileri çizilmiş, su kolonu içerisindeki derinlik boyunca değişimleri incelemek için ise dikey profiller ve kesitler kullanılmıştır. Fiziksel verilerin hangi değerler arasında yoğunlaştığı Histogram çizilerek belirlenmiş ve Körfezde bulunan su tiplerini tespit edebilmek için T-S Diagramlarından faydalanılmıştır.

Kıyısız bölgelerde kıyı akıntılarının oluşmasında en önemli etkenin rüzgar olması nedeniyle İzmir Körfezi için rüzgar verilerinin işlenmesine önem verilmiştir. Rüzgar verileri Çiğli Meteoroloji İstasyonundan elde edilmektedir. Rüzgar verilerinin analizi rüzgar şiddeti ve yönünün değişiminin gösterilmesi ile yapılmış, baskın rüzgar yönü ve şiddeti de rüzgar gülleri çizilerek bulunmuştur.

İzmir Körfezi genel akıntı desenini belirlemek için yapılan modelleme çalışmaları kapsamında Princeton Üniversitesi tarafından geliştirilmiş olan KILLWORTH Ocean General Circulation Model (OGCM) kullanılmıştır. Modelin başlangıç değerleri "objective" analizden geçirilmiş CTD verileridir. Yüzey değerleri için Haney (1971) sınır şartı kullanılmıştır. Çevre denizlerle Ege Denizi bağlantı noktalarında, zaman ve mekana bağlı tuzluluk ve sıcaklık değerleri, aktif sınır şartları (Stevens, 1990) olarak verilmiştir. Deniz seviyesi sınır şartları için ise Orlanski (1976) "radiation" açık sınır şartları uygulanmıştır. Kullanılan akıntı modeli Princeton Ocean Modelinin su seviyesi bilgisini açık olarak işleyebilen sürümüdür. Model incelenecek fiziksel olayların niteliklerine göre, mekanda ve zamanda

istenilen çözünürlükte çalıştırılabilir. Model akıntı bilgisini Körfez'in her noktasında zamana bağlı olarak vermektedir.

Araştırmalar, fiziksel verilerin model girdileri için hazırlanmaları ile başlar. Veri bankasından alınan sıcaklık ve tuzluluk değerleri İzmir Körfezi için başlangıç şartı olarak x-yönünde 105, y-yönünde 67 ve derinlik boyunca 6 olmak üzere model noktalarına yazılır. Sadece sıcaklık ve tuzluluk değerleriyle çalıştırılan model bize termohalin akıntılarını vermektedir. Baskın rüzgâr yönünün kullanıldığı çalışmalarda rüzgâr güdümlü akıntı desenleri elde edilmektedir. Model parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Model parametreleri  
**Table 2.** Model parameters

| Parametreler                             |                           |
|------------------------------------------|---------------------------|
| Yatay Çözünürlük                         | 500 m                     |
| Dikeydeki tabaka sayısı                  | 6                         |
| Tabaka kalınlıkları (m) (1,2,3,4,5 ve 6) | 5, 10, 15, 15, 15 ve 10 m |
| Yatay momentum Eddy sabiti               | 1.0E5 cm <sup>2</sup> /s  |
| Dikey momentum Eddy sabiti               | 1.0 cm <sup>2</sup> /s    |
| Yatay ısı yayılım sabiti                 | 1.0E5 cm <sup>2</sup> /s  |
| Dikey ısı yayılım sabiti                 | 0.1 cm <sup>2</sup> /s    |
| Baroklinik zaman aralığı                 | 300 s                     |
| Barotropik zaman aralığı                 | 7.5 s                     |

## BULGULAR

### İzmir Körfezi su özellikleri

İzmir Körfezi'nin hidrografisinin belirlenmesinde önemli faktörler şunlardır (Sayın, 2003);

- Deniz atmosfer etkileşimi,
- Ege Denizi ile olan su alış veriş,
- Deniz seviyesindeki değişimler,
- Rüzgâr kuvveti,
- Kış konveksiyon süreci,
- Yoğun buharlaşma,
- Gediz Nehri ve insan kaynaklı tatlı su girdileri.

Fiziksel Oşinografik parametrelerin dağılımı (sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk değerleri) mevsimlere ve bölgelere göre değişkendir. Bu yüzden İzmir Körfezinde bulunan suyun karakteristiğini bulmak için mekânda ve zamanda yüksek çözünürlüklü çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada, kış ve yaz mevsimlerini temsilen Şubat 2011 ve Temmuz 2011 verileri kullanılmıştır.

Kış döneminde, Körfez'de dikeyde homojen bir su kolonu bulunurken yaz döneminde tabakalı bir yapı vardır (Şekil 2 ve 3). Kış ayında fiziksel değişkenlerin tüm su kolonu boyunca homojen dağılım göstermelerinin başlıca sebebi kış konveksiyonu ve rüzgârın su kolonu boyunca suyu karıştırma

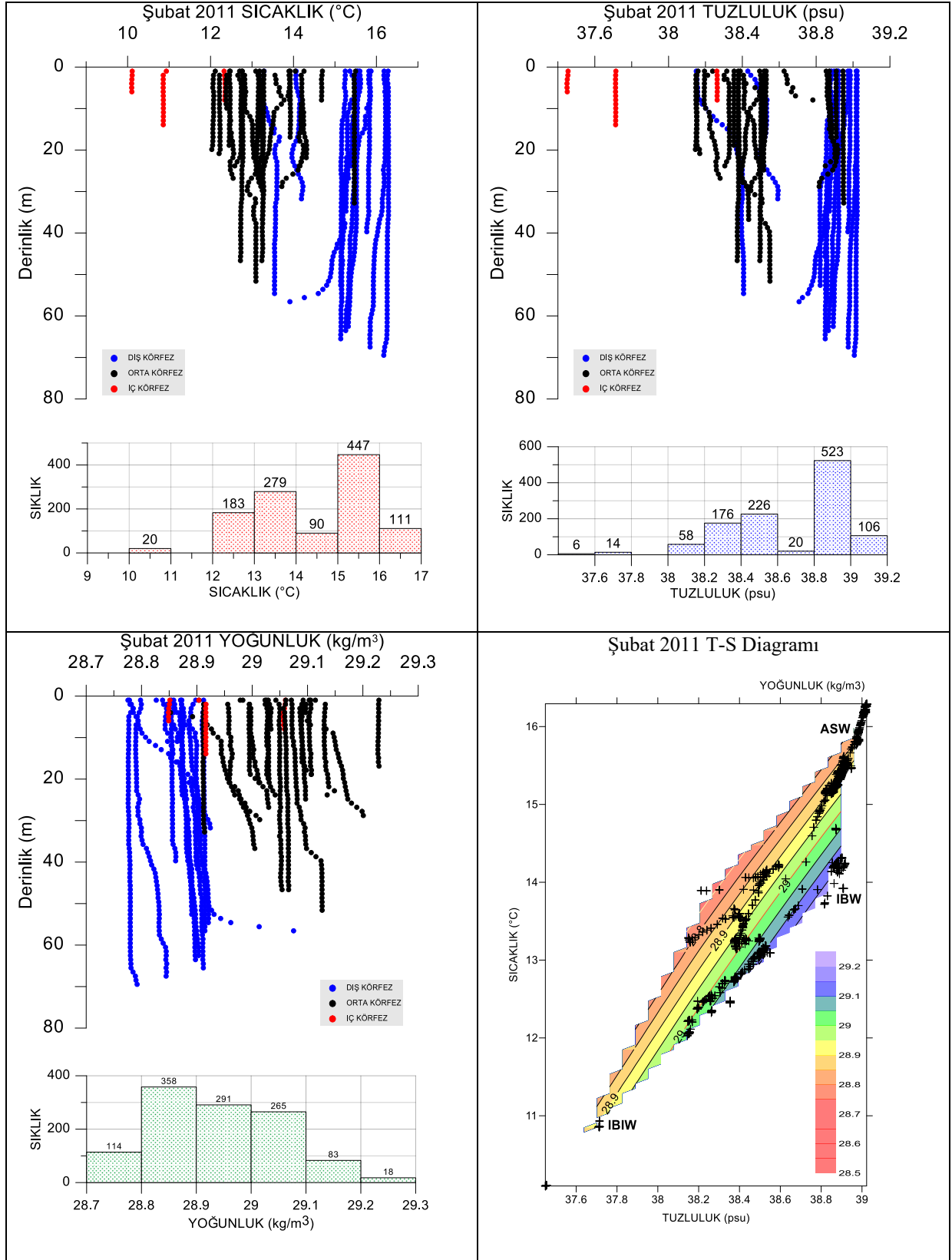
etkisidir. Dikey dağılım grafiklerine bakıldığında sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin 3 grupta toplandığı görülmektedir (Şekil 2).

Yüksek sıcaklık ve tuzluluk değerleri (>15 °C, >38.8 psu) Dış Körfez suyunu, düşük sıcaklık ve tuzluluk değerleri (<12 °C, <38 psu) İç Körfez suyunu temsil etmektedir. Orta Körfez suyu (12 -14.5 °C, 38.1-38.6 psu) İzmir Körfezine ait dinamikler sonucu oluşan özgün bir su tipidir. Bu suyun yoğunluğunun fazla olması, Dış Körfez suyundan soğuk, İç körfez suyundan tuzlu olmasındandır. Gediz Nehri ve tuz üretim alanı olan Tuzla bölgenin yüzey suyunu etkilemektedir.

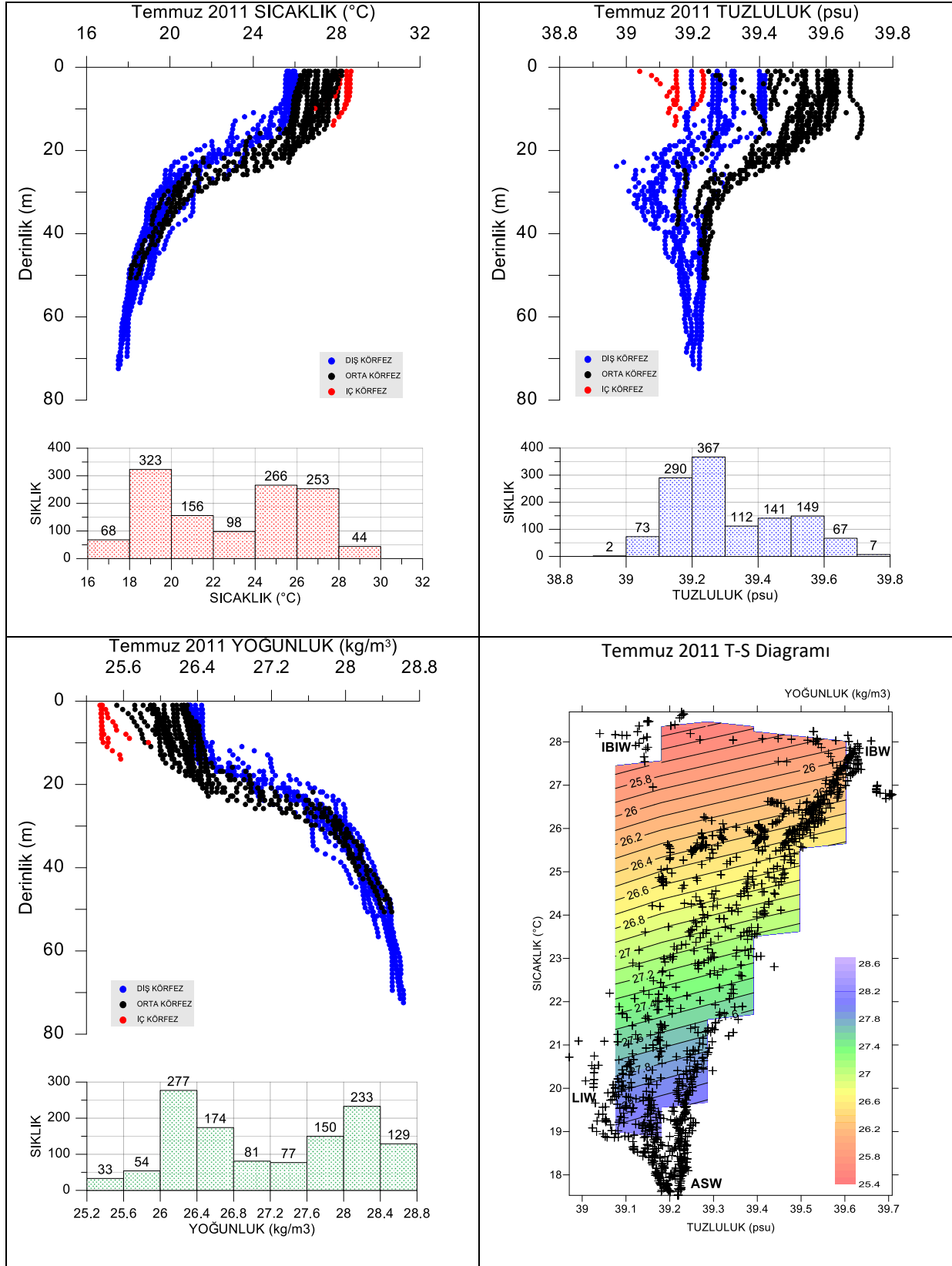
Kış mevsiminde Körfez'deki T-S diagramı Şekil 2'de incelendiğinde, Dış Körfez'de bulunan ASW'nin sıcaklık ve tuzluluk bakımından en sıcak ve en tuzlu olduğu, İç Körfez'de bulunan IBIW'nin ise ASW'nin aksine en soğuk ve en az tuzlu olduğu tespit edilmiştir. Kış mevsiminde güney doğudan esen baskın rüzgâr nedeni ile Orta Körfezde yukarıya taşınım (upwelling) hareketi oluşmaktadır. IBW'yi diğer su tiplerinden ayıran en önemli özelliği, Orta Körfezdeki bu yukarıya taşınım süreci sonucunda yoğunluğunun daha da artmış olmasıdır.

Fiziksel parametrelerin yaz mevsimi dikey ve histogram dağılımına bakıldığında (Şekil 3), bölgeler arası farklılıklar görülmekle birlikte, daha çok üst (25-28 °, 39-39.7 psu, 25.2-26.4 kg/m<sup>3</sup>) ve alt (18-19 °, 39.2-39.3 psu, 28-28.8 kg/m<sup>3</sup>) suyun değerleri şeklinde iki farklı gruplaşma dikkat çekmektedir. Yüzey ve alt tabaka arasındaki sıcaklık farkı 10°C'yi, termoklin (sıcaklığın aniden değiştiği tabaka) derinliği 20 m'yi bulmuştur. İki tabakalı su oluşumunda buharlaşmanın rolü de büyüktür. Buharlaşmayla birlikte üst su tuzluluğu artmış, ağırlaşan yüzey su kütlesi aşağı derinliklere doğru çökmeye başlamıştır. Bu çökme alt ve üst suyun yoğunluklarının birbirlerine eşitlendiği derinliğe kadar devam eder. Haloklin derinliği (tuzluluğun aniden değiştiği tabaka) ve piknoklin derinliği (yoğunluğun aniden değiştiği tabaka) termoklin derinliği ile benzerlik gösterir. Dikey tuzluluk dağılımda 30 m civarında görülen düşük tuzluluk değerine (39 psu) sahip suyun, Akdenizden gelen Levantin ara tabaka suyu (LIW)'nin devamı olduğu tespit edilmiştir.

Yaz mevsiminde Körfez'deki T-S diagramı Şekil 3'de incelendiğinde, İç Körfezin derinliğinin az, su girdisinin fazla olmasından dolayı IBIW yüksek sıcaklık, düşük tuzluluk ve yoğunluk değerlerine sahiptir. Yaz mevsiminde kuzeyden esen baskın rüzgâr nedeni ile Orta Körfezde aşağıya taşınım süreci (downwelling) oluşmaktadır. Bu süreç sırasında civardaki sıcak yüzey suları orta körfezde toplanır, buharlaşma nedeniyle tuzluğu artan IBW su tipi yaz mevsiminde sıcak, tuzlu ve dolayısıyla az yoğundur. Dış Körfez'de bulunan ASW düşük sıcaklığa sahip olması nedeni ile yaz mevsimindeki en yoğun su tipidir. Akdenizden gelen Levantin ara tabaka suyu (LIW) 39 psu tuzluluk değerine yaklaşan kavis ile T-S diagramında görülmektedir. Sıcaklık değerinin beklenenden yüksek (19 °C) olması ise; Akdeniz'den İzmir körfezine kadar, Ege Denizi batı kıyıları boyunca değişime uğrayarak ilerlemesi şeklinde açıklanabilir.



**Şekil 2.** İzmir Körfezi'nde Şubat 2011 sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri ve T-S diagramı  
**Figure 2.** Temperature, salinity and density profiles and T-S diagram of İzmir Bay at February 2011



**Şekil 3.** İzmir Körfezi'nde Temmuz 2011 sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk profilleri ve T-S diagramı  
**Figure 3.** Temperature, salinity and density profiles and T-S diagram of İzmir Bay at July 2011

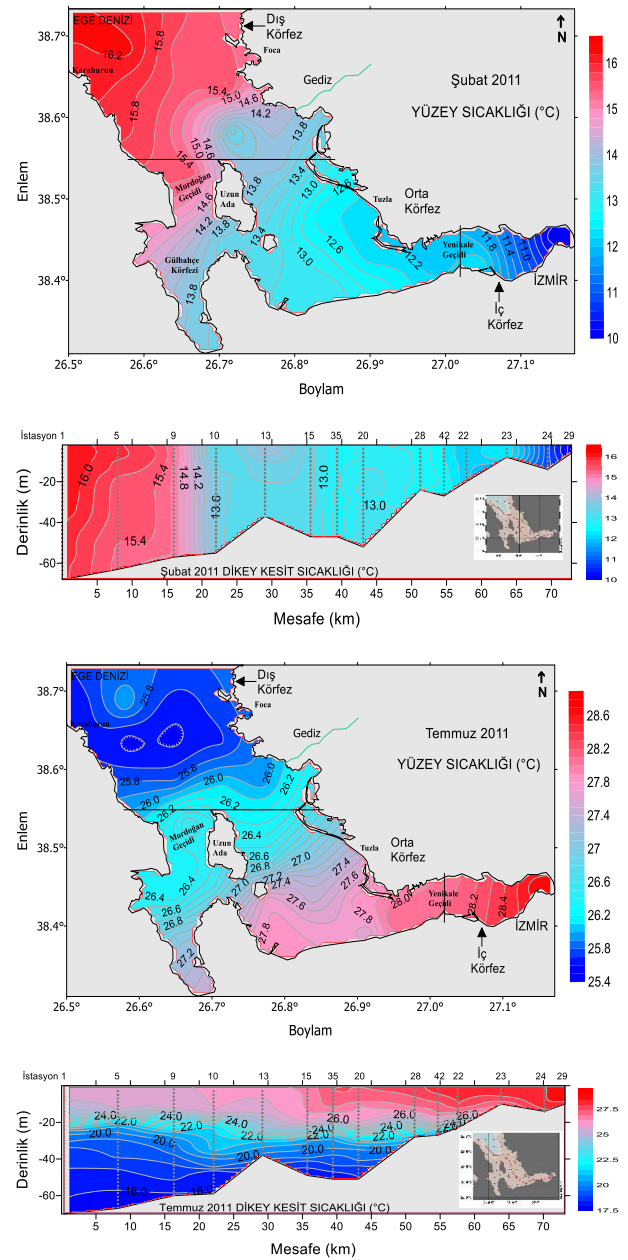
İzmir Körfezi'nde bölgeler arasındaki farklılığı tanımlayabilmek için, fiziksel değişkenlerin yatay ve dikey kesit eş değer eğrileri çizilmiştir (Şekil 4, 5 ve 6). Genel olarak İzmir Körfezi'nde kış mevsiminde tabakalaşma yatay olup yaz mevsiminde hem yatay ve hem de dikey su tabakalaşması görülmektedir. Karaların ısı alma kapasitesinin denizlere göre farklı olması ve İç Körfez'in daha sığ olması, İç Körfez'in kış döneminde Ege Denizi'ne göre daha soğuk, yazın ise daha sıcak bir su kütlesine sahip olmasına nedendir (Şekil 4). İç Körfez hem yaz hem de kış mevsiminde diğer bölgelerden farklı olarak daha fazla bir tabakalaşma gösterir. Kış döneminde tuz bakımından daha zengin olan Ege Denizi suyunun İzmir Körfezi'ne girdiği bölge olan Dış Körfezde yüksek tuzluluk değerleri görülmektedir (Şekil 5). Yaz döneminde ise bunun tam tersi sığ bölgeler buharlaşma sonucunda yüksek tuzluluk ihtiva ederler. Ölçümlerin yapıldığı hem yaz hem de kış döneminde İç Körfez genel Körfez dağılımına uygun olacak şekilde Körfez'in diğer bölgelerine kıyasla tuzluluklar bakımından fakirdir. İç Körfezdeki Liman bölgesine akan insan kaynaklı ve doğal tatlı su girdileri tuzluluğun azalmasında önemli rol oynar. Kış döneminde su sıcaklığı düşük olmasına rağmen İç körfezdeki düşük tuzluluk değerleri, suyun yoğunluğunun da düşük olmasına nedendir (Şekil 6). Buna karşılık Dış Körfezdeki yoğunluğu belirleyen baskın değişken sıcaklıktır. Kış mevsiminde bölgedeki düşük sıcaklık nedeni ile yoğunluk değerleri yüksek, yaz mevsiminde bölgedeki yüksek sıcaklık nedeni ile yoğunluk değerleri düşüktür.

Orta Körfezde (özellikle 15, 35 ve 20 numaralı istasyonlarda) yukarıya taşınım (upwelling) hareketini gösteren soğuk, tuzlu ve yoğun su ( $13^{\circ}\text{C}$ , 38.5 psu,  $29.1\text{ kg/m}^3$ ) kış mevsimi dikey kesit grafiklerinde belirgindir (Şekil 4, 5 ve 6). Yaz mevsiminde ise aynı bölgede aşağı taşınım (downwelling) hareketini gösteren sıcak, tuzlu ve az yoğun su ( $26.5^{\circ}\text{C}$ , 39.5 psu,  $6.2\text{ kg/m}^3$ ) bulunmaktadır. Yaz mevsimi dikey kesit tuzluluk dağılımda, Dış körfezde (özellikle 1, 5 ve 9 numaralı istasyonlarda) düşük tuzluluk değerine (39-39.1 psu) sahip suyun 20-40 m arasından körfeze girip ilerlediği görülebilir. Bu, Akdenizden gelen Levantin ara tabaka suyu (LIW)'nın devamıdır.

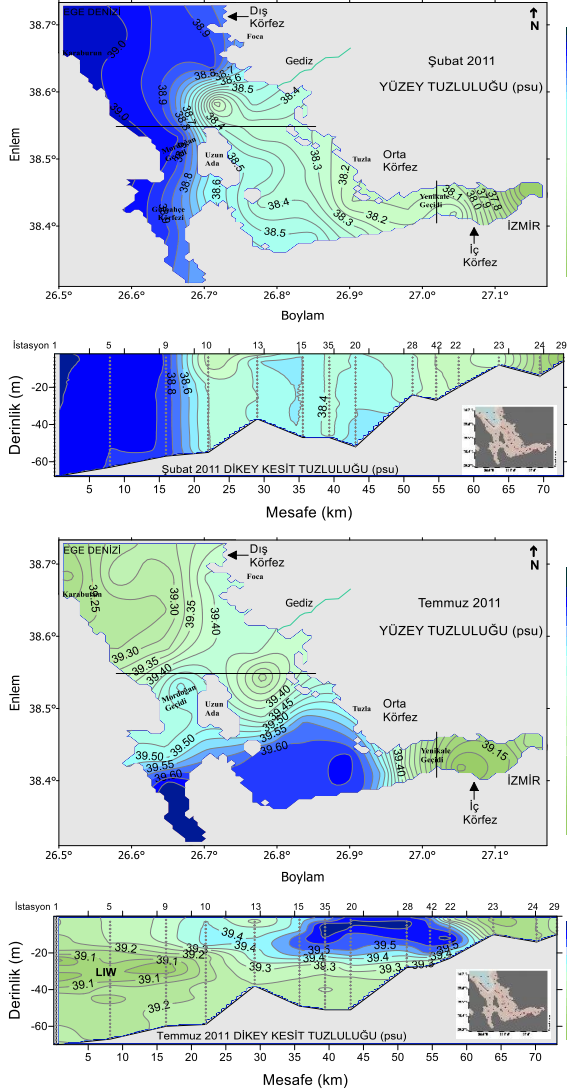
### İzmir Körfezi akıntıları

Körfezi etkileyen faktörlerden rüzgar, su seviyesi farkı ve tabakalaşma, su hareketliliği bakımından önemlidir. Rüzgarın zayıf olduğu durumlarda, Körfez'de termohalin dediğimiz sadece sıcaklık ve tuzluluk dolayısı ile yoğunluk farkından meydana gelmiş akıntılar oluşur (Sayın, 2003; Sayın vd., 2006). İzmir körfezinde yoğunluk değerleri baskın olarak sıcaklığın etkisinde olan büyüklüklerdir. Kış mevsimi, Ege Denizi suyunun İzmir Körfezi suyunu göre daha sıcak olması, daha az yoğun olması anlamına gelmektedir. İki basen arasındaki bu yoğunluk farkı bütün su kolunu boyunca korunur ve su kolunu bir bütün olarak hareket eder. Yaz mevsiminde durum farklıdır, Ege Denizi üst tabaka suyu İzmir Körfezi üst tabaka suyundan soğuk olmasından dolayı daha yoğundur. Buna karşılık İzmir Körfezi alt tabaka suyu Ege Denizi alt tabaka suyuna göre daha yoğundur. İzmir Körfezi alt tabaka suyunda yoğunluğu

etkileyen, buharlaşmanın etkisi ile tuzluluğun artmış olmasıdır. Açıklanan bu termohalin yapı Körfezin genel akıntı sistemini belirlemektedir. Buna göre yaz mevsiminde üst tabakadaki yoğun Ege Denizi suyu Körfez'e doğru hareketlenirken alt tabakadaki Körfez suyu Ege Denizi'ne doğru yönelir. Kış mevsiminde bir bütün olarak hareket eden su kolunu Karaburun açıklarından Körfeze girdikten sonra siklonik karakterde tüm baseni dolaşarak Foça açıklarından Körfezi terk eder. Rüzgarın zayıf olduğu durumlarda oluşan bu genel sirkülasyon desenleri, rüzgarın belli bir yönden uzun zaman esmesi durumunda rüzgar güdümü bir akıntıya dönüşür.



Şekil 4. İzmir Körfezi yüzey ve dikey kesit sıcaklığı dağılımı  
Figure 4. Distribution of surface and vertical cross-sectional temperature of İzmir Bay

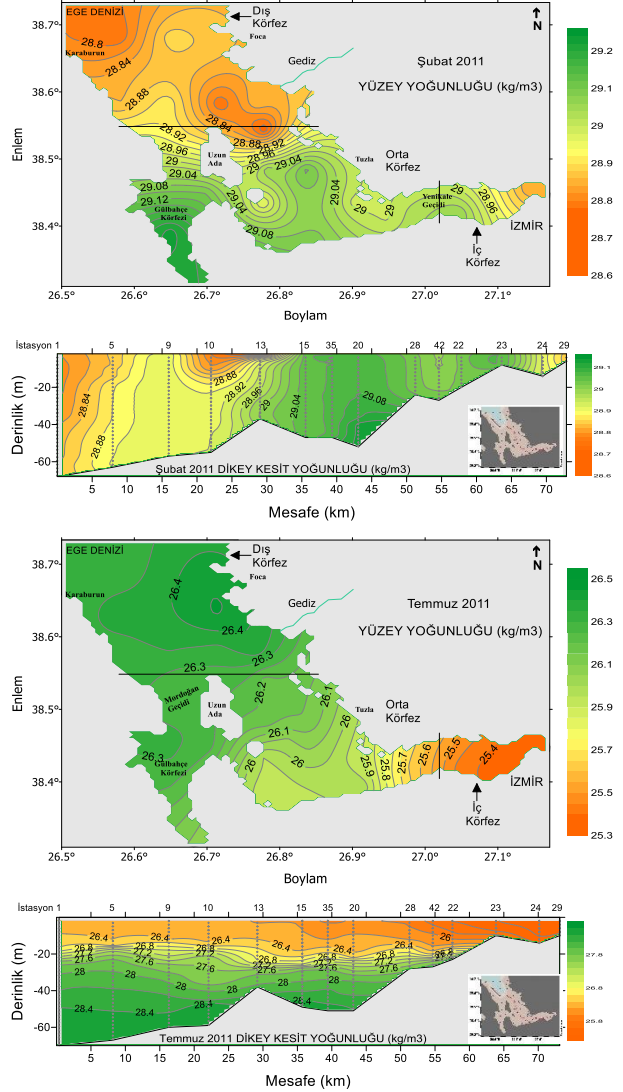


**Şekil 5.** İzmir Körfezi yüzey ve dikey kesit tuzluluğu dağılımı  
**Figure 5.** Surface and vertical section salinity distribution of İzmir Bay

İzmir Körfezi için Çiğli Meteoroloji İstasyonu 1993-2003 yılları arası rüzgâr verilerine bakıldığında baskın rüzgâr yönünün kuzeyli rüzgârlar olduğu görülür (Şekil 7). Ortalama rüzgâr hızı ~3 m/s'dir. Mevsimsel analize göre de kış mevsiminde kuzey ve güneydoğu, yaz mevsiminde kuzey rüzgârı hakimdir.

Su seviyesi farklılığından oluşan su hareketleri de önemlidir. Su seviyesi için uzaktan algılama ile elde edilen büyüklükler kullanılabilir. Bu büyüklüklerin mekânda ve zamandaki çözünürlükleri az olduğundan, dar bölgeler için iyi bir tahmin yapılamaz. Dolayısıyla su seviyesinden oluşan su hareketlilikleri İzmir Körfezi için ayrı bir araştırma konusudur.

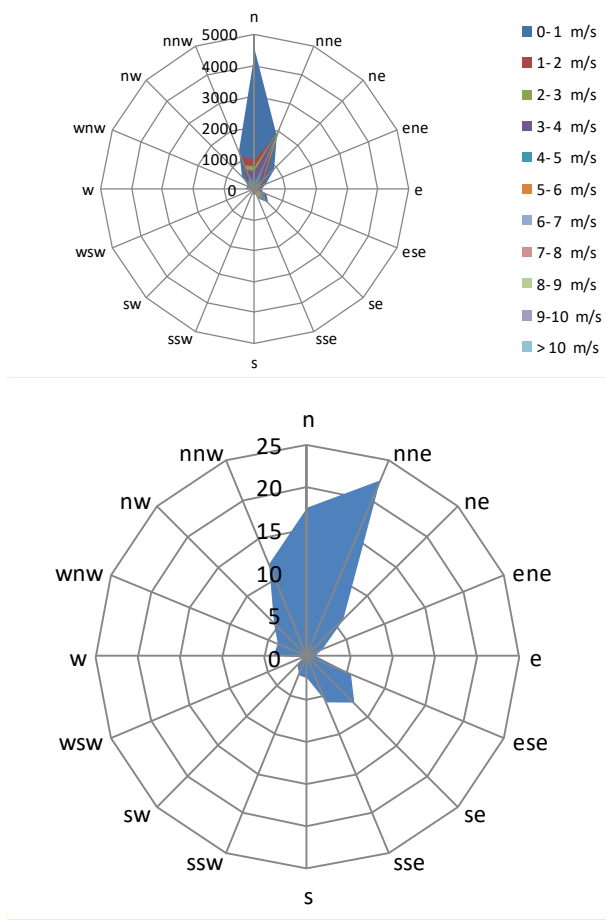
Model çalışmasında tabakalaşma önemli olmasına rağmen, rüzgârın kuvvetli olduğu zamanlarda yaz ve kış tabakalaşmasının önemi azalmaktadır. Körfezin tüm bölgeleri esen rüzgârın etkisinde kalır.



**Şekil 6.** İzmir Körfezi yüzey ve dikey kesit yoğunluğu dağılımı  
**Figure 6.** Distribution of surface and vertical section density of İzmir Bay

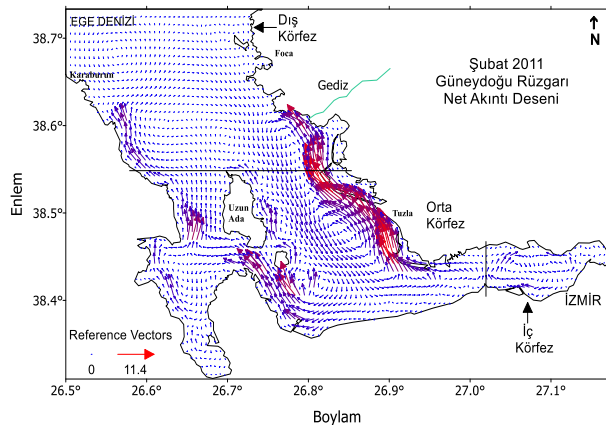
Körfezde genellikle kuzeyli rüzgârlar eser. Baskın kuzey ve kışın sık sık görülen şiddetli güneydoğu rüzgârlarının etkisindeki akıntılar, sirkülasyon modeli yardımıyla ortaya konmuştur.

Güneydoğu rüzgârı ile çalıştırılmış kış mevsimi model sonucunda akıntılar doğu ve batı kıyılarında rüzgârın etkisiyle kuzeye doğru yönelmiştir (Şekil 8). Bu iki akıntıyı kompanse edecek şekilde Körfezin ortasında Körfez içine doğru su akışı olmaktadır. Uzunada'nın doğusundaki kuzeye doğru olan kuvvetli kıyı akıntısı nedeniyle, Körfez'in ortasındaki siklonik döngü zayıftır. Siklonik hareketler dipten besin elementlerini yukarıya taşıyabileceği gibi aynı zamanda askıda katı maddeleri de yukarıya doğru hareketlendirirler. Bundan dolayı Güneydoğu rüzgârı etkisindeki Körfez suyu daha bulanık görünür. İç körfezde dipol ve dış körfezde antisiklonik döngü görülmektedir (Şekil 8).



**Şekil 7.** Çiğli Meteoroloji İstasyonundan alınan saatlik rüzgar verileri (1993-2003) kullanılarak çizilen rüzgar gülü (üst), rüzgar yönü % dağılımı (alt)

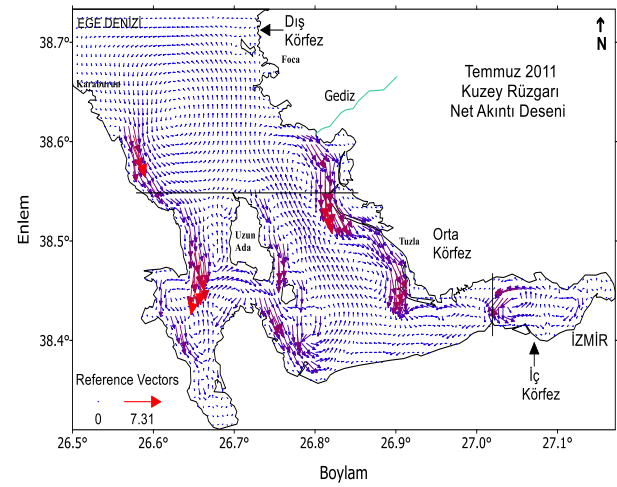
**Figure 7.** Wind rose (top), wind direction % distribution (bottom) plotted using hourly wind data (1993-2003) taken from Çiğli Meteorological Station



**Şekil 8.** Güneydoğu rüzgarı etkisindeki İzmir Körfezi sirkülasyon yapısı (Oklar su kolonu boyunca net akıntıyı göstermektedir)

**Figure 8.** The circulation structure of İzmir Bay affected by the Southeast wind (Arrows show clear current along the water column)

Yaz mevsimi model sonucunda, kuzeyden esen rüzgar Körfez'in her iki kıyısına (doğu ve batı) paralel olacak şekilde derinliğin az olduğu suları rüzgarın estiği yöne doğru hareketlendirir (Şekil 9). Kıyılardaki güneye doğru gelişen bu akıntıların hızları yüksektir. Akıntılarla Körfez'e dolan sular su bütçesini sağlayabilmek için Körfez'in orta yerinden kuzeye doğru kompanse akıntısının doğmasına neden olur. Döngüler güneydoğu rüzgarına göre karşılaştırılırsa, kuzey rüzgarı ile birlikte oluşan tüm hareketliliklerin yönleri değiştiği görülür. Buna göre kuzey rüzgarı ile birlikte orta körfezde antisiklonik, iç körfezde yönü değişmiş dipol ve dış körfezde siklonik döngü görülmektedir (Şekil 9).



**Şekil 9.** Kuzey rüzgarı etkisindeki İzmir Körfezi sirkülasyon yapısı (Oklar su kolonu boyunca net akıntıyı göstermektedir)

**Figure 9.** The circulation structure of İzmir Bay affected by the Northern wind (Arrows show clear current along the water column)

## SONUÇ

Bu çalışmada, İzmir Körfezi'nde 1988 yılından bu yana düzenli olarak yapılan seferlerden kış ve yaz mevsimlerini temsil edecek şekilde, Şubat ve Temmuz 2011 Fiziksel Oşinografi verileri (sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk) incelenmiştir. Körfez'de Kış döneminde kış konveksiyonu nedeni ile dikeyde homojen bir su kolonu bulunurken, yaz döneminde mevsimsel tabakalaşma etkisi ile iki tabakalı bir yapı vardır. Yüzey ve alt tabaka arasındaki sıcaklık farkı 10°C'yi, termoklin derinliği 20 m'yi bulmuştur.

İzmir Körfezi'nde tüm mevsimlerde yatay su tabakalaşması görülmektedir. Kış döneminde Dış Körfezde yüksek tuzluluk ve düşük sıcaklık nedeni ile yoğunluk değerleri yüksek, yaz mevsiminde bölgedeki yüksek sıcaklık nedeni ile yoğunluk değerleri düşüktür. İç Körfez ise her mevsim tabakalaşma gösterirken Körfezin diğer bölgelerine kıyasla tuzluluklar bakımından fakirdir. Orta Körfezde kışın yukarıya taşınım (upwelling) hareketi ile birlikte soğuk, tuzlu ve yoğun su, yaz mevsiminde ise aynı bölgede aşağı taşınım (downwelling) hareketi sonucu sıcak, tuzlu ve az yoğun su bulunmaktadır.

Körfezdeki mevcut su tipleri olan Ege Denizi suyu (ASW), İzmir Körfezi Suyu (IBW) ve İzmir İç Körfez Suyu (IBIW)'dir. Kış mevsiminde, Dış Körfez'de bulunan ASW'nin sıcaklık ve tuzluluk bakımından en sıcak ve en tuzlu olduğu, İç Körfez'de bulunan IBIW'nin ise ASW'nin aksine en soğuk ve en az tuzlu olduğu tespit edilmiştir. Orta Körfezde bulunan IBW'yi diğer su tiplerinden ayıran en önemli özelliği yoğunluğunun yüksek olmasıdır. İç Körfezin derinliğinin az olmasından dolayı, yaz mevsiminde IBIW yüksek sıcaklık, düşük tuzluluk ve yoğunluk değerlerine sahiptir. Dış Körfez'de bulunan ASW düşük sıcaklığa sahip olması nedeni ile yaz mevsimindeki en yoğun su tipidir. Bunların yanısıra 39 psu tuzluluk değeri ile Levantin ara tabaka suyu (LIW) da İzmir Körfezinde tespit edilmiştir.

Çiğli Meteoroloji İstasyonu 1993-2003 yılları arası rüzgâr verilerine göre, İzmir Körfezinde kış mevsiminde kuzey ve güneydoğu, yaz mevsiminde kuzey rüzgarı hakimdir. Ortalama rüzgâr hızı ~3 m/s'dir. Rüzgarın zayıf olduğu durumlarda sadece sıcaklık ve tuzluluk dolayısı ile yoğunluk farkından meydana gelmiş termohalin dediğimiz akıntılar, Körfez'de rüzgarın belli bir yönden uzun zaman esmesi durumunda rüzgar güdümülü bir akıntıya dönüşür. Bu yüzden baskın rüzgar yönleri dikkate alınarak yapılan matematiksel model ile mevsimsel akıntı desenleri bulunmuştur.

Güneydoğu rüzgarı ile çalıştırılmış kış mevsimi model sonucunda, akıntılar doğu ve batı kıyılarında rüzgarın etkisiyle

kuzeye doğru yönelmiştir. Buna karşılık bu iki akıntıyı kompanse edecek şekilde Körfez içine doğru su akışı olmaktadır. Körfez'in ortasındaki siklonik döngü zayıftır, İç körfezde dipol ve dış körfezde antisiklonik döngü görülmektedir.

Yaz mevsimi model sonucuna göre ise, kuzeyden esen rüzgar nedeni ile kıyılardaki güneye doğru gelişen yüksek hızlı akıntı, Körfez'in orta yerinden kuzeye doğru kompanse akıntısının doğmasına neden olur. Kuzey rüzgarı ile birlikte orta körfezde antisiklonik, iç körfezde yönü değişmiş dipol ve dış körfezde siklonik döngü görülmektedir. Döngüler bakımından, kuzey ile güneydoğu rüzgarı rüzgarı karşılaştırılırsa, oluşan tüm hareketliliklerin yönlerinin değiştiği görülür.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü K. Piri Reis araştırma gemisi ile İzmir Büyükşehir Belediyesi-İZSU tarafından desteklenen "İzmir Körfezi Denizel Ortamında Fiziksel, Kimyasal, Biyolojik ve Mikrobiyolojik Etki ve Sonuçlarının İzlenmesi" projesi kapsamında toplanmış verilerden faydalanılarak yapılmıştır. Seferlere katılan, emeği geçen herkese ve özellikle desteğini esirgemeyen Erdem SAYIN'a teşekkürlerimi sunarım.

## KAYNAKÇA

- Eronat, C. (2011). Hydrography of the bays along the eastern coast of the Aegean Sea. Dokuz Eylül Üniversitesi, Ph. D. Thesis, 132p.
- Eronat, C. & Sayın, E. (2014). Temporal evolution of the water characteristics in the bays along the eastern coast of the Aegean Sea: Saros, İzmir, and Gökova bays. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 23:53–66. doi: [10.3906/yer-1307-4](https://doi.org/10.3906/yer-1307-4)
- Haney, R. L. (1971). Surface thermal boundary condition for ocean circulation models. *Journal of Physical Oceanography*, 1: 241–248. doi: [10.1175/1520-0485\(1971\)001<0241:STBCFO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1971)001<0241:STBCFO>2.0.CO;2)
- Pazı, I. (2000). The Current System and Its Effect on the Pollution in İzmir Bay. M.Sc. Thesis, Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye
- Sayın, E. (2003). Physical Features of the İzmir Bay. *Continental Shelf Research*, 23: 957–970. doi: [10.1016/S0278-4343\(03\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0278-4343(03)00083-9)
- Sayın, E., Pazı, İ. & Eronat, C. (2006). Investigation of Water Masses in İzmir Bay, Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15: 343–372.
- Stevens, D.P. (1990). On open boundary conditions for three dimensional primitive equation ocean circulation models. *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, 51, 103–133. doi: [10.1080/03091929008219853](https://doi.org/10.1080/03091929008219853)
- Orlanski, I. (1976). A simple boundary condition for unbounded hyperbolic flows. *Journal of Computational Physics*, 21:251–269. doi: [10.1016/0021-9991\(76\)90023-1](https://doi.org/10.1016/0021-9991(76)90023-1)



RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

## Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey

### Türkiye'deki üç *Atherina boyeri* Risso, 1810 popülasyonunun total boy ile otolit boyutları arasındaki ilişkilerinin bölgesel varyasyonu

Derya Bostancı<sup>1\*</sup> • Serdar Yedier<sup>1</sup> • Seda Konaş<sup>1</sup> • Gülşah Kurucu<sup>1</sup> • Nazmi Polat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Ordu University, Ordu, Turkey

<sup>2</sup> Department of Biology, 19 Mayıs University, Samsun, Turkey

\* Corresponding author: [deriabostanci@gmail.com](mailto:deriabostanci@gmail.com)

Received date: 07.06.2016

Accepted date: 01.11.2016

#### How to cite this paper:

Bostancı, D., Yedier, S., Konaş, S., Kurucu, G. & Polat, N. (2017). Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 11-16. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.02

**Abstract:** This study focuses on the relationships between otolith measurements and total length; otolith shape indices and the total length; among otolith measurements for three *Atherina boyeri* populations (Lake Eğirdir, Lake İznik, and Hirfanlı Dam Lake) to determine regional variations of these populations in Turkey. 356 specimens with 41.0 - 103.6 mm total length of three *A. boyeri* populations were examined and their otoliths were extracted and measured. Otolith width is the strongest indicator for the three *A. boyeri* populations although the otolith length, width, and weight are good indicators for the fish length in the different populations. The linear relationship was determined between *A. boyeri* total length and sagittal otolith sizes in the three populations. However, the best model for the relationships among otolith sizes can be change depends on populations differentiation. Exponential model is the best model for Lake Eğirdir population while the linear model is the best model for Lake İznik and Hirfanlı Dam Lake populations.

**Keywords:** *Atherina boyeri*, sagittal otolith, linear relationship, exponential model

**Öz:** Bu çalışmada Türkiye'deki *Atherina boyeri*'nin üç popülasyonundaki (Eğirdir Gölü, İznik Gölü ve Hirfanlı Baraj Gölü) balıkların total boy-otolit ölçümleri; total boy-otolit indisleri ve otolit ölçümlerinin kendi aralarındaki ilişkileri tespit ederek popülasyonlar arasındaki farklılıkları belirlemeye odaklanılmıştır. Farklı üç bölgeden toplam 356 adet 41.0-103.6 mm total boyunda örnekler yakalanmış ve bu örneklerin sagittal otolitleri çıkarılıp ölçümleri yapılmıştır. Otolit boyu, genişliği ve ağırlığı farklı popülasyonlardaki balıkların boyu için iyi bir göstergesi iken otolit genişliği bu üç popülasyon için en kuvvetli göstergedir. Bu üç popülasyondaki *A. boyeri*'nin total boyuyla otolit boyutları arasında doğrusal bir ilişki belirlendi. Ancak bu otolit boyutları arasındaki en iyi ilişki modeli popülasyon farklılıklarına göre değişebilmektedir. Üssel model Eğirdir Gölü popülasyonu için en iyi model iken doğrusal model İznik ve Hirfanlı Gölleri popülasyonları için en iyi model olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Atherina boyeri*, sagittal otolit, doğrusal ilişki, üssel model

## INTRODUCTION

Otoliths, commonly known as "earstones" are calcium carbonate structures located in the teleost fish inner ear. In general, all bony fish have three pairs of otoliths: the sagittae, asteriscus, and lapillus. The otoliths are responsible for the balance, orientation, and auditory reception in fish (Popper and Platt, 1993). The otoliths have long been recognized as species-specific bony structures (Campana, 2004; Tuset et al., 2008; Tombari et al., 2011; Bostancı et al., 2015; Libungan et al., 2015); therefore, fisheries biologists have commonly used sagittal otolith to determine age and growth of fishes in several studies because of their large size and distinct growth rings (Chilton and Beamish, 1982; Boehlert, 1985; Summerfelt and Hall, 1987). There are several biotic and abiotic characters influence the fish growth and otoliths features (Kéver et al.,

2014). For instance, species or populations, which inhabit warm waters, have relatively larger and heavier otoliths than species or populations, which inhabit cold water (Torres et al., 2000). The calcification affects the relationships, otolith morphology, shape, and shape indices; therefore, regional differences and water parameters are important criteria to compare the fish populations.

Big-scale sand smelt, *Atherina boyeri* is a small amphidromous euryhaline teleost fish (Bartulović et al., 2006; Kottelat and Freyhof, 2007) abundantly inhabiting the Mediterranean, Northeast Atlantic and Turkish inland waters. In Turkey, *A. boyeri* were commercially important (Saç et al., 2015) and they were considered invasive species in Turkish

waters (Tarkan et al., 2015). *A. boyeri* has been found as prey of the largemouth bass, *Micropterus salmoides* and the northern pike, *Esox lucius* (Lorenzoni et al., 2002), the twaite shad, *Alosa fallax* (Ceyhan et al., 2012), the pike - perch, *Sander lucioperca* (Yağcı et al., 2014), and the european perch, *Perca fluviatilis* (Saç et al., 2015) in marine and freshwaters. In general, prey fish otoliths are undigested and they remain in predators' stomachs and intestines. Otolith size - fish length relationships provide important information to determine fish length from otoliths in stomach of predators. The relationship between the total length and otolith dimensions is of great importance (Jawad and Al-Mamry, 2012; Zan et al., 2015) in prey-predator relationships, population management studies, and archaeological research (Harvey et al., 2000; Tuset et al., 2008). Total length-otolith size relationships and their significance may vary among fish species or among different populations of the same species (Hunt, 1992). The relationship between fish length and otolith size has been used successfully in several studies for invasive and native marine and freshwater fish species (Battaglia et al., 2015; Humston et al., 2015; Zan et al., 2015; Viva et al., 2015; Yılmaz et al., 2015).

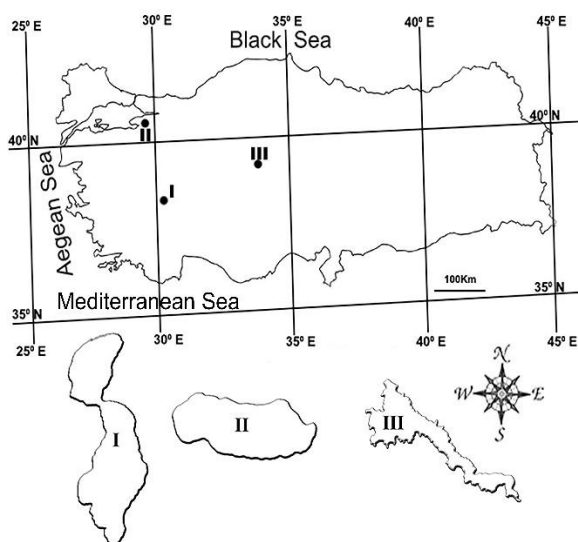
Despite the increase in the relationship between fish size and otolith size studies throughout the world, fish size-otolith size and total length-otolith measurements relationships are limited and even unknown for invasive species in Turkish waters. The present study provides detailed information on predictive relationships; (i) between sagittal otolith measurements-total length in the three *A. boyeri* populations (Lake Eğirdir, Lake İznik and Hirfanlı Dam Lake) with linear and exponential models, and (ii) among *A. boyeri* otolith morphometric parameters in each population.

## MATERIALS AND METHODS

The fish samples were collected from commercial anglers in Lake İznik (Bursa), Lake Eğirdir (Isparta), and Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir), Turkey (Figure 1).

Total length (TL) was measured to the nearest  $1 \pm 0.01$  mm for each *A. boyeri*. Their weight (W) was recorded to the  $0.1 \pm 0.01$  g, and the sagittal pairs were removed, cleaned, dried and then weighted (OWE) to the nearest 0.0001 g. Left and right otolith morphometric parameters such as otolith length, width, perimeter, and area were measured using Leica S8APO brand microscope with computer-connected camera system. Using the otolith morphometric parameters, the shape indices

[Form Factor (FF), Roundness (RD), Aspect Ratio (AR), Circularity (C), Rectangularity (R), Ellipticity (E)] were calculated to describe the otolith shape (Ponton, 2006; Tuset et al., 2003).



**Figure 1.** Three sampling areas for *Atherina boyeri* in Turkey; I: Lake Eğirdir (Isparta), II: Lake İznik (Bursa), III: Hirfanlı Dam Lake (Kırşehir)

In the present study, a MINITAB 17.0 statistical analysis program was used for all calculations. All data were tested using the Kolmogorov-Smirnov test for normality and homogeneity of variance were tested using the Levene test. In addition, right and left sagittal otoliths were investigated with a paired t - test using the same statistical analysis program for all the fish samples. Moreover, linear and exponential relationships were determined which equations best fit (i) between the otolith morphometric parameters and TL, (ii) between the otolith shape indices and TL, (iii) among otolith morphometric parameters in the three *A. boyeri* populations.

## RESULTS

A total of 356 specimens in the three *A. boyeri* populations were collected and their total lengths and weights ranged from 58.98 - 95.00 mm and 1.35 - 5.39 g for Lake Eğirdir population ( $n = 174$ ), 63.67 - 103.63 mm and 1.53 - 6.05 g for Lake İznik population ( $n = 58$ ), and 41.00 - 99.00 mm and 0.80 - 5.40 g for Hirfanlı Dam Lake population ( $n = 124$ ) (Table 1).

**Table 1.** Minimum-maximum total length (TL) and weight (W) of *Atherina boyeri* and descriptive statistics values of left otolith morphometric parameters in Lake Eğirdir, Lake İznik, and Hirfanlı Dam Lake

| Species Regions                    | Fish Weight (g) | Fish TL (mm) | Otolith Morphometric Parameters    |                                    |                                         |                                    |                                    |
|------------------------------------|-----------------|--------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                    |                 |              | Otolith Length (mm)                | Otolith Width (mm)                 | Otolith Weight (g)                      | Otolith Perimeter (mm)             | Otolith Area (mm <sup>2</sup> )    |
| Lake Eğirdir<br>( $n = 174$ )      | 1.3 - 5.3       | 58.9 - 95.0  | 2.113 - 3.657<br>$2.752 \pm 0.015$ | 0.989 - 2.104<br>$1.790 \pm 0.009$ | 0.0011 - 0.0043<br>$0.0027 \pm 0.00004$ | 5.656 - 8.560<br>$7.397 \pm 0.037$ | 2.089 - 4.806<br>$3.574 \pm 0.034$ |
| Lake İznik<br>( $n = 58$ )         | 1.5 - 6.0       | 63.6 - 103.6 | 1.935 - 3.192<br>$2.411 \pm 0.046$ | 1.329 - 2.167<br>$1.629 \pm 0.028$ | 0.0010 - 0.0044<br>$0.0017 \pm 0.00013$ | 5.665 - 9.050<br>$6.881 \pm 0.115$ | 1.9165-5.054<br>$2.879 \pm 0.112$  |
| Hirfanlı Dam Lake<br>( $n = 124$ ) | 0.8 - 5.4       | 41.0 - 99.0  | 1.512 - 3.410<br>$2.154 \pm 0.032$ | 1.027 - 2.311<br>$1.428 \pm 0.020$ | 0.0003 - 0.0052<br>$0.0013 \pm 0.00007$ | 4.032 - 9.206<br>$5.697 \pm 0.086$ | 1.117 - 5.481<br>$2.264 \pm 0.072$ |

According to statistical analysis results, homogeneity of variances was not significant (Levene's test,  $P > 0.05$ ) and a normal distribution was detected (Kolmogorov - Smirnov test,  $P > 0.05$ ). Interpretation of paired t test results, the differences between right and left sagittal otoliths were not significant ( $P > 0.05$ ). The left otoliths were preferred for further calculations. Besides, the big-scale sand smelt otoliths were shown from the three *A. boyeri* populations in the different inland waters (Figure 2).

Descriptive statistics were performed on each of the datasets for three *A. boyeri* populations and the results were presented in Table 1 and Table 2 for otolith morphometric parameters and shape indices, respectively. Regression equation and coefficients of determination ( $R^2$ ) for linear (LR) and exponential (ER) the relationships; among otolith morphometric parameters, between *A. boyeri* total length and

the otolith parameters in the three regions; Lake Eğirdir, Lake İznik and Hirfanlı Dam Lake were shown in Table 3 and relationships such as OL vs. OW, OL vs. OWE, and OW vs. OWE were also presented (Table 3). The relationships are significantly different in the three *A. boyeri* populations ( $P < 0.001$ )

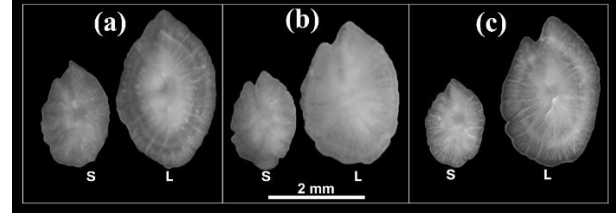


Figure 2. The smallest (S) and the largest (L) left sagittal otoliths for *Atherina boyeri* populations from (a) Lake Eğirdir, (b) Lake İznik, and (c) Hirfanlı Dam Lake in Turkey

Table 2. Descriptive statistics values of left otolith shape indices of *Atherina boyeri* in Lake Eğirdir, Lake İznik, and Hirfanlı Dam Lake

| Species Regions                | Otolith Shape Indices              |                                    |                                    |                                       |                                    |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|                                | Form Factor                        | Roundness                          | Aspect Ratio                       | Circularity                           | Rectangularity                     | Ellipticity                        |
| Lake Eğirdir<br>(n = 174)      | 0.544 - 0.869<br>$0.817 \pm 0.002$ | 0.315 - 0.692<br>$0.600 \pm 0.002$ | 1.351 - 3.047<br>$1.543 \pm 0.011$ | 14.441 - 23.075<br>$15.388 \pm 0.050$ | 0.487 - 1.463<br>$0.725 \pm 0.005$ | 0.149 - 0.505<br>$0.211 \pm 0.008$ |
| Lake İznik<br>(n = 58)         | 0.620 - 0.823<br>$0.749 \pm 0.006$ | 0.556 - 0.700<br>$0.621 \pm 0.003$ | 1.344 - 1.661<br>$1.478 \pm 0.008$ | 15.251 - 20.257<br>$16.833 \pm 0.150$ | 0.670 - 0.769<br>$0.720 \pm 0.002$ | 0.147 - 0.248<br>$0.192 \pm 0.002$ |
| Hirfanlı Dam Lake<br>(n = 124) | 0.767 - 0.966<br>$0.857 \pm 0.002$ | 0.528 - 0.694<br>$0.608 \pm 0.002$ | 1.372 - 1.723<br>$1.508 \pm 0.005$ | 12.998 - 16.365<br>$14.671 \pm 0.046$ | 0.684 - 0.765<br>$0.719 \pm 0.001$ | 0.157 - 0.265<br>$0.202 \pm 0.001$ |

n = Sample size

Table 3. Regression equation and coefficients of determination ( $R^2$ ) for linear (LR) and exponential (ER) relationships among left otolith morphometric parameters, between the left otolith parameters and total length (TL) of *Atherina boyeri* in Lake Eğirdir, Lake İznik, and Hirfanlı Dam Lake

| Species Regions   | Relationship | Regression Equation    |                          | $R^2$  |        | Significance |             |
|-------------------|--------------|------------------------|--------------------------|--------|--------|--------------|-------------|
|                   |              | Linear                 | Exponential              | LR     | ER     | LR           | ER          |
| Lake Eğirdir      | TL vs. OL    | $y = 0.0284x + 0.4793$ | $y = 1.1915e^{0.0104x}$  | 0.6585 | 0.6529 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | TL vs. OW    | $y = 0.0150x + 0.6035$ | $y = 0.9303e^{0.0082x}$  | 0.6726 | 0.6677 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | TL vs. OWE   | $y = 0.0008x - 0.0035$ | $y = 0.0002e^{0.0302x}$  | 0.6267 | 0.6152 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OL vs. OW    | $y = 0.4602x + 0.5365$ | $y = 0.8830e^{0.2588x}$  | 0.6850 | 0.6874 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OL vs. OWE   | $y = 0.0025x - 0.0040$ | $y = 0.0002e^{0.9569x}$  | 0.7530 | 0.7564 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OW vs. OWE   | $y = 0.0044x - 0.0052$ | $y = 0.0001e^{1.7058x}$  | 0.7338 | 0.7387 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
| Lake İznik        | TL vs. OL    | $y = 0.0332x - 0.1159$ | $y = 0.8944e^{0.0129x}$  | 0.8807 | 0.8577 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | TL vs. OW    | $y = 0.0205x + 0.0744$ | $y = 0.6618e^{0.0118x}$  | 0.8833 | 0.8672 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | TL vs. OWE   | $y = 0.0001x - 0.0055$ | $y = 0.00006e^{0.0434x}$ | 0.8712 | 0.8257 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OL vs. OW    | $y = 0.5861x + 0.2164$ | $y = 0.7135e^{0.3393x}$  | 0.9124 | 0.9110 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OL vs. OWE   | $y = 0.0028x - 0.0049$ | $y = 0.00007e^{1.2828x}$ | 0.9136 | 0.9095 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OW vs. OWE   | $y = 0.0044x - 0.0054$ | $y = 0.00006e^{2.028x}$  | 0.8748 | 0.8610 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
| Hirfanlı Dam Lake | TL vs. OL    | $y = 0.0336x + 0.1426$ | $y = 0.8922e^{0.0145x}$  | 0.9130 | 0.8950 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | TL vs. OW    | $y = 0.0216x + 0.1368$ | $y = 0.6069e^{0.0141x}$  | 0.9232 | 0.9075 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | TL vs. OWE   | $y = 0.0008x - 0.0031$ | $y = 0.00008e^{0.0453x}$ | 0.8420 | 0.8346 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OL vs. OW    | $y = 0.6170x + 0.0991$ | $y = 0.5925e^{0.4034x}$  | 0.9339 | 0.9165 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OL vs. OWE   | $y = 0.0022x - 0.0033$ | $y = 0.00008e^{1.2502x}$ | 0.8584 | 0.8472 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |
|                   | OW vs. OWE   | $y = 0.0034x - 0.0034$ | $y = 0.00008e^{1.932x}$  | 0.8367 | 0.8249 | $P < 0.001$  | $P < 0.001$ |

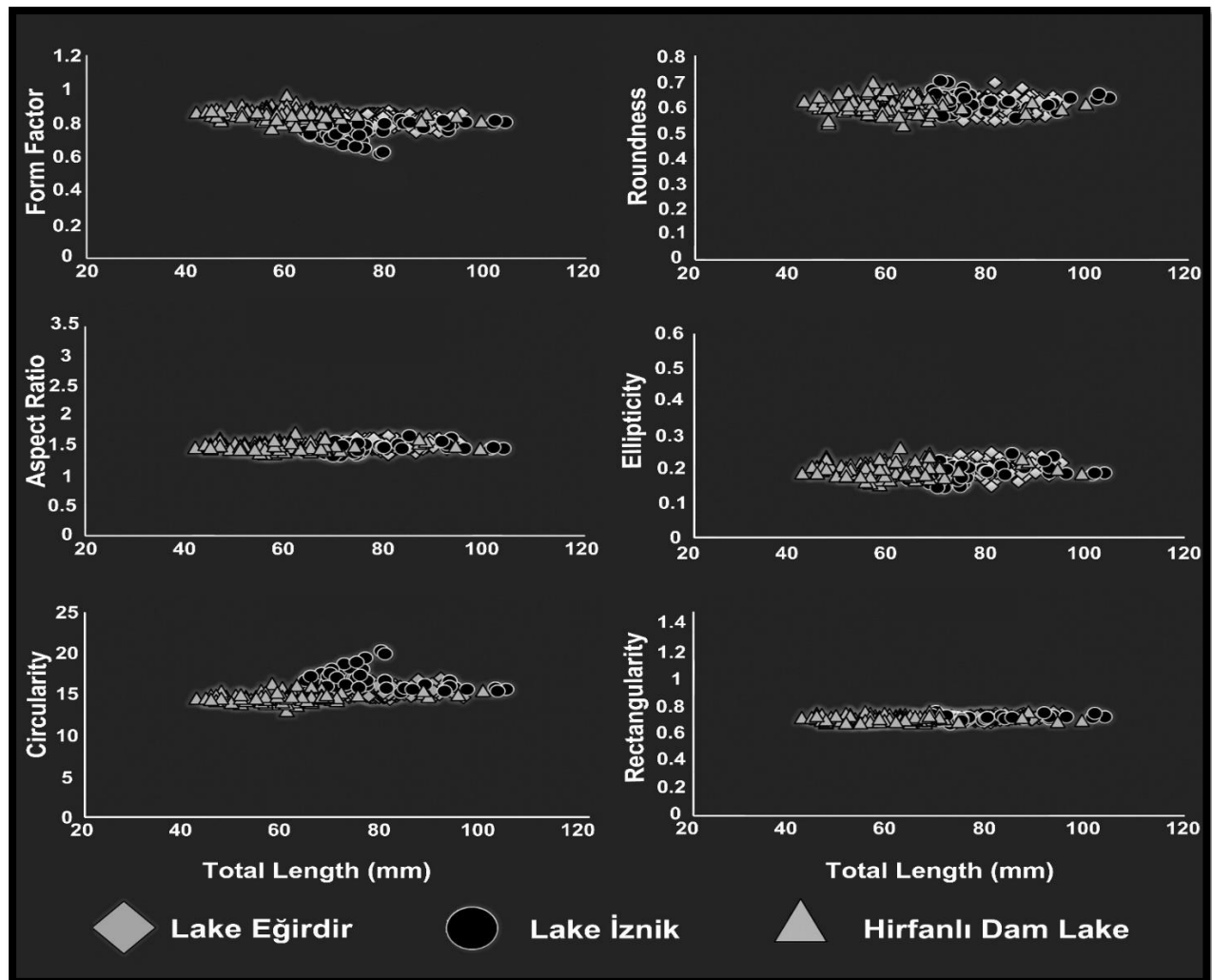
$R^2$  = Coefficient of determination

In current study, the relationships among otolith size (length, width, weight) successfully calculated for each *A. boyeri* population in the three Turkish inland waters. The relationship was detected from as an exponential model which is much more useful with the highest correlations  $R^2 = 0.6874$

for OL vs. OW,  $R^2 = 0.7564$  for OL vs. OWE and  $R^2 = 0.7387$  OW vs. OWE ( $P < 0.001$ ) in Lake Eğirdir population (Table 3). Linear model was determinate the best model in the relationship between TL and otolith size for the Lake İznik and Hirfanlı Dam Lake populations (Table 3). Present study shows

a strong relationship between the otolith width and total length obtained ( $R^2 = 0.6726$ ) and moderate relationship between total length and otolith length; otolith weight ( $R^2 = 0.6585$ ;  $R^2 = 0.6267$ , respectively) for the Lake Eğirdir population. Similarly, strong relationships between total length and otolith length; otolith width; otolith weight ( $R^2 = 0.8807$ ;  $R^2 = 0.8833$ ;  $R^2 = 0.8712$ , respectively) were detected in the Lake İznik

population. Besides, the highest correlations between fish length and otolith length; otolith width; otolith weight in the Hirfanlı Dam Lake population were found within the three populations ( $R^2 = 0.9130$ ;  $R^2 = 0.9232$ ;  $R^2 = 0.8426$ , respectively). In addition, the relationship between otolith shape indices and total length was presented as graphically for the three populations (Fig. 3).



**Figure 3.** The relationships between total length and left sagittal otolith shape indices of caught *Atherina boyeri* from Lake Eğirdir, Lake İznik, Hirfanlı Dam Lake in Turkey

## DISCUSSION

The current study provides a useful tool for better understanding the environmental and the habitat effect on the relationships for the three *A. boyeri* populations in the different inland waters. This is the first information on otolith dimensions-total length relationship of *A. boyeri* inhabiting three different Turkish lakes (Lake Eğirdir, Lake İznik, and Hirfanlı Dam Lake). In this study, linear relationships existed between otolith size and the fish lengths for the three different populations. However, relationships among otolith size (weight, length, and

width) were varied for instance, linear for Lake İznik and Hirfanlı Dam Lake populations, and exponential for Lake Eğirdir. This variation can be highly likely due to the possible differences in environmental conditions, ontogenetic spatial shift, food abundance, migration, and spatial niches as adaptation, which is an important step to spread for invasive fish. Invasive fish species, deliberately introduced from different freshwater and marine habitats, provide an important tool that may prove beneficial in evaluating the relative influence of environmental and genetic conditions on otolith variables (Vignon and Morat, 2010).

Previous studies were generally focused on the relationship between fish length and one or two otolith measurements (Granadeiro and Silva, 2000; Harvey et al., 2000; Waessle et al., 2003; Battaglia et al., 2010). There is no information about the otolith shape indices - total length relationship for *A. boyeri*; therefore, the present study is a pioneer study in this perspective. Generally, fish length is linearly related to otolith length. Contrary to expectations, the relationship is not always applicable to species. For instance, Jawad et al., (2011) noted that *Rastrelliger kanagurta* size strongly related to their otolith weight. In the current study, otolith width, length, and weight are noted a good indicator for *A. boyeri* total length in Hirfanlı Dam Lake population; these results are consistent with Waessle et al., (2003) and Jawad et al., (2011). For the Lake İznik population, otolith width is the strongest indicator, but otolith length and otolith weight also are a good indicator for the same population.

Pombo et al., (2005) indicated that fish length - otolith length relationships of *Atherina boyeri* and *A. presbyter* which are two sympatric species, were not statistically different ( $P > 0.05$ ) in different locations of the Ria de Aveiro, Portugal. However, the present study result about the relationship between fish length and otolith length *A. boyeri* was statistically different ( $P < 0.001$ ) in the three habitats. Martucci et al., (1993) reported that undigested *A. boyeri* otoliths in *Phalacrocorax carbo* pellets can be used to determine consumed fish size and weight. As reported in Martucci et al., (1993), the mean length, width, and weight of undigested sand smelt otoliths were 2.65 mm, 2.45 mm and 0.005 g, respectively. These values vary in the present study (Table 1). For instance, otolith weight and otolith width bigger in the present study. According to the study, they regressed whole otolith length against total body length for *A. boyeri*. They also calculated a strong relationship between total length and otolith length ( $R^2 = 0.933$ ). However, the regression coefficients of the relationship in *A. boyeri* are varied in different habitats ( $R^2 = 0.658$  in Lake Eğirdir,  $R^2 = 0.880$  in Lake İznik, and for  $R^2 = 0.913$  in Hirfanlı Dam Lake).

Fernandez-Jover and Sanchez-Jerez (2015) conducted a study on diet and otolith growth of three fish species, one of

them is *A. boyeri*, in two different fish farm companies and three control locations along the southeast coast of Spain in the Mediterranean Sea. They reported that *A. boyeri* otolith-shape descriptors such as otolith area, perimeter, circularity, roundness, aspect ratio were varied in fish farms and natural habitats. Differences in otolith morphometric and biometric variables among fish populations can occur for a number of reasons such as habitat complexity and environmental conditions as well as demographics such as sex, age, population, can influence otolith morphology (Nielsen et al., 2010; Bostanci et al., 2015).

In conclusion, many invasive fish species damage marine and freshwater ecosystems by outcompeting native fish species and therefore determining the size of the invasive species is an important factor in fisheries studies. *A. boyeri* was an important prey of several predator species among the piscivore fish such as *Alosa fallax*, *Perca fluviatilis*, and *Sander lucioperca* in Turkish waters. The use of the otoliths in prey - predator studies is important for the identification and size - estimation of the prey fish. The positive and strong correlation between otolith size (width, length, and weight) and total length for the three *A. boyeri* populations were indicated by the current study. Furthermore, otolith width is the most reliable indicator for *A. boyeri* total length in the three populations. However, many fish species in freshwater or marine system are sensible environmental conditions, and/or variations sensitive, during their life history and/or from different regions, habitat and depth (Merigot et al., 2007; Bautista-Vega et al., 2008); therefore, they cause the variations in otolith and fish size (Campana and Casselman, 1993; Reichenbacher et al., 2009). In addition, the current study indicated that individuals of the same species inhabiting different regions have a different growth rate.

The present investigation invasive *A. boyeri* population from the three different regions would certainly add to the knowledge of the relationships (among otolith size; total length-otolith size relationship; total length - otolith shape indices) and encourage further research on the subject involving many other freshwater and marine species from different regions in the world.

## REFERENCES

- Bartulović, V., Glamuzina, B., Conides, A., Gavrilović, A. & Dulčić, J. (2006). Maturation, reproduction and recruitment of the big-scale sand smelt, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the estuary of Mala Neretva River (southeastern Adriatic, Croatia). *Acta Adriatica*, 47(1): 5-11.
- Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T. & Andaloro, F. (2010). Relationship between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). *Scientia Marina*, 74(3): 605-612. doi: 10.3989/scimar.2010.74n3605
- Battaglia, P., Malara, D., Ammendolia, G., Romeo, T. & Andaloro, F. (2015). Relationships between otolith size and fish length in some mesopelagic teleosts (Myctophidae, Paralepididae, Phosichthyidae, and Stomiidae). *Journal of Fish Biology*, 87(3): 774-782. doi: 10.1111/jfb.12744
- Bautista-Vega, A.A., Letourneur, Y., Harmelin-Vivien, M. & Salen-Picar, C. (2008). Difference in diet and size-related trophic level in two sympatric fish species, the red mullets *Mullus barbatus* and *Mullus surmuletus* in the Gulf of Lions (north-west Mediterranean Sea). *Journal of Fish Biology*, 73(10): 2402-2420. doi: 10.1111/j.1095-8649.2008.02093.x
- Boehlert, G.W. (1985). Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *Fishery Bulletin*, 83(2):103-117.
- Bostanci, D., Polat, N., Kurucu, G., Yedier, S., Kontas, S. & Darcin, M. (2015). Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus* species (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(6): 1013-1022. doi: 10.1111/jai.12860
- Campana, S.E. & Casselman, J.M. (1993). Stock discrimination using otolith shape analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50(5): 1062-1083. doi: 10.1139/f93-123
- Campana, S.E. (2004). Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Ottawa, Ontario: NRC Research Press.

- Ceyhan, T., Akyol, O., Sever, T.M. & Kara, A. (2012). Diet composition of adult twaite shad (*Alosa fallax*) in the Aegean Sea (Izmir Bay, Turkey). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(3): 601-604. doi: [10.1017/S0025315411000750](https://doi.org/10.1017/S0025315411000750)
- Chilton, D.E. & Beamish, R.J. (1982). Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60, 102 pp.
- Fernandez-Jover, D. & Sanchez-Jerez, P. (2015). Comparison of diet and otolith growth of juvenile wild fish communities at fish farms and natural habitats. *ICES Journal of Marine Science*, 72(3), 916-929. doi:[10.1093/icesjms/fsu153](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu153)
- Granadeiro, J.P. & Silva, M.A. (2000). The use of otoliths and vertebrae in the identification and size-estimation of fish in predator prey studies. *Cybum*, 24(4): 383-393.
- Harvey, J.T., Loughlin, T.R., Perez, M.A. & Oxman, D.S. (2000). Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. *NOAA Technical Report NMFS*, 150, 35 pp.
- Hunt, J.J. (1992). Morphological characteristics of otoliths for selected fish in the northwest Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 13:63-75.
- Humston, R., Moore, M., Wass, C., Dennis, D. & Doss, S. (2015). Correlations between body length and otolith size in smallmouth bass *Micropterus dolomieu* Lacépède, 1802 with implications for retrospective growth analyses. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(5): 883-887. doi: [10.1111/jai.12801](https://doi.org/10.1111/jai.12801)
- Jawad, L.A., Ambuali, A., Al-Mamry, J.M. & Al-Busaidi, H.K. (2011). Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1817) collected from the Sea of Oman. *Ribarstvo*, 69(2): 51-61.
- Jawad, L.A. & Al-Mamry, J.M. (2012). Relationship between fish length and otolith dimensions in the carangid fish (*Carangoides coeruleopinnatus* (Ruppell, 1830)) collected from the Sea of Oman. *Journal of FisheriesSciences.com*, 6(3): 203-208. doi: [10.3153/jfscm.2012023](https://doi.org/10.3153/jfscm.2012023)
- Kéver, L., Colleye, O., Herrel, A., Romans, P. & Parmentier, E. (2014). Hearing capacities and otolith size in two ophidiiform species (*Ophidion rochei* and *Carapus acus*). *Journal of Experimental Biology*, 217: 2517-2525. doi: [10.1242/jeb.105254](https://doi.org/10.1242/jeb.105254)
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007). Handbook of European freshwater fishes. Berlin: Publications Kottelat, Cornol and Freyhof.
- Libungan, L.A., Öskarsson, G.J., Slotte, A., Arge, J.A. & Pálsson, S. (2015). Otolith shape: A population marker for Atlantic herring *Clupea harengus*. *Journal of Fish Biology*, 86(4): 1377-1395. doi: [10.1111/jfb.12647](https://doi.org/10.1111/jfb.12647)
- Lorenzoni, M., Corboli, M., Dörr, A.J.M., Giovinnazzo, G., Selvi, S. & Mearelli, M. (2002). Diets of *Micropterus salmoides* Lac. and *Esox lucius* L. in Lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, 365/366: 537-547. doi: [10.1051/kmae:2002050](https://doi.org/10.1051/kmae:2002050)
- Martucci, O., Pietrelli, L. & Consiglio, C. (1993). Fish otoliths as indicators of the cormorant *Phalacrocorax carbo* diet (Aves, Pelecaniformes). *Bolletino di Zoologia*, 60(4): 393-396. doi: [10.1080/1125000930935584](https://doi.org/10.1080/1125000930935584)
- Merigot, B., Letourneur, Y. & Lecomte-Finiger, R. (2007). Characterization of local populations of the common sole *Solea solea* (Pisces Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. *Marine Biology*, 151(3): 997-1008. doi: [10.1007/s00227-006-0549-0](https://doi.org/10.1007/s00227-006-0549-0)
- Nielsen, J.R., Methven, D.A. & Kristensen, K. (2010). A statistical discrimination method using sagittal otolith dimensions between sibling species of juvenile cod *Gadus morhua* and *Gadus ogac* from the northwest Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 43: 27-45. doi:[10.2960/J.v43.m667](https://doi.org/10.2960/J.v43.m667)
- Pombo, L., Elliott, M. & Rebelo, J.E. (2005). Ecology, age and growth of *Atherina boyeri* and *Atherina presbyter* in the Ria de Aveiro, Portugal. *Cybum*, 29(1): 47-55.
- Ponton, D. (2006). Is geometric morphometrics efficient for comparing otolith shape of different fish species? *Journal of Morphology*, 267(6): 750-757. doi: [10.1002/jmor.10439](https://doi.org/10.1002/jmor.10439)
- Popper, A. & Platt, C. (1993). Inner ear and lateral line. In D. Evans (Ed.), *The physiology of fishes* (pp 99-136). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Reichenbacher, B., Kamrani, E., Esmaeili, H.R. & Teimori, A. (2009). The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: evidence from otolith morphology. *Environmental Biology of Fishes*, 86(4): 507-521. doi: [10.1007/s10641-009-9549-5](https://doi.org/10.1007/s10641-009-9549-5)
- Saç, G., Gaygusuz, Ö. & Tarkan, A.S. (2015). Reoccurrence of a Commercial Euryhaline Fish Species, *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Atherinidae) In Büyükçekmece Reservoir (Istanbul, Turkey). *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1(4): 203-208. doi: [10.3153/JAEFR15020](https://doi.org/10.3153/JAEFR15020)
- Summerfelt, R.C. & Hall, G.E. (1987). The age and growth of fish. Ames: Iowa State Univ. Press.
- Tarkan, A.S., Marr, S.M. & Ekmekçi, F.G. (2015). Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey. *FISHMED Fishes in Mediterranean Environments*, 3: 1-28.
- Tombari, A.D., Véliz, D. & Volpedo, A.V. (2011). Spatio-temporal and intraspecific variations on the morphology and morphometry of otoliths on *Odontesthes bonariensis* (Atheriniformes, Atherinopsidae). *Natura Neotropicalis*, 42: 45-64.
- Torres, G.J., Lombarte, A. & Morales-Nin, B. (2000). Variability of the sulcus acusticus in the sagittal otolith of the genus *Merluccius* (Merlucciidae). *Fisheries Research*, 46(1): 5-13. doi: [10.1016/S0165-7836\(00\)00128-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00128-4)
- Tuset, V.M., Lozano, I.J., González, J.A., Pertusa, J.F. & García-Díaz, M.M. (2003). Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of scomber. *Serranus cabrilla* (L. 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 19(2): 88-93. doi: [10.1046/j.1439-0426.2003.00344.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2003.00344.x)
- Tuset, V.M., Lombarte, A. & Assis, C.A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1): 7-198. doi: [10.3989/scimar.2008.72s17](https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17)
- Vignon, M. & Morat, F. (2010). Environmental and genetic determinant of otolith shape revealed by a non-indigenous tropical fish. *Marine Ecology Progress Series*, 411: 231-241. doi: [10.3354/meps08651](https://doi.org/10.3354/meps08651)
- Viva, C., Sartor, P., Bertolini, D., De Ranieri, S. & Ligas, A. (2015). Relationship of otolith length to fish total length in six demersal species from the NW Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(5): 973-974. doi: [10.1111/jai.12838](https://doi.org/10.1111/jai.12838)
- Waessle, J.A., Lasta, C.A. & Favero, M. (2003). Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Río de la Plata estuary (35-36°S). *Scientia Marina*, 67(2): 233-240.
- Yağcı, M.A., Alp, A., Yağcı, A. & Uysal, R. (2014). Diet and Prey Selection of Pikeperch (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Population in Lake Eğirdir (Turkey). *Archives of Biological Science Belgrade*, 66(4): 1515-1527. doi: [10.2298/ABS1404515Y](https://doi.org/10.2298/ABS1404515Y)
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Yazıcı, R. & Polat, N. (2015). Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 39(3): 438-446. doi: [10.3906/zoo-1403-58](https://doi.org/10.3906/zoo-1403-58)
- Zan, X.X., Zhang, C., Xu, B.D. & Zhang, C.L. (2015). Relationships between fish size and otolith measurements for 33 fish species caught by bottom trawl in Haizhou Bay, China. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(3): 544-548. doi: [10.1111/jai.12751](https://doi.org/10.1111/jai.12751)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

# Bezelye protein konsantresinin granyöz (*Argyrosomus regius*) balıklarında büyüme performansı, biyolojik parametreler, vücut kompozisyonu ve amonyak boşaltımı üzerine etkileri

## Effects of dietary pea protein concentrate on growth performance, biological parameters, body composition and total ammonia-nitrogen excretion of meagre (*Argyrosomus regius*)

Derya Güroy<sup>1</sup> • Serhan Mantoğlu<sup>2</sup> • Onur Karadal<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, 77500, Armutlu, Yalova, Türkiye

<sup>2</sup> Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 77500, Armutlu, Yalova, Türkiye

\* Corresponding author: [onurkaradal@yalova.edu.tr](mailto:onurkaradal@yalova.edu.tr)

Received date: 10.05.2016

Accepted date: 07.11.2016

### How to cite this paper:

Güroy, D., Mantoğlu, S. & Karadal, O. (2017). Effects of dietary pea protein concentrate on growth performance, biological parameters, body composition and total ammonia-nitrogen excretion of meagre (*Argyrosomus regius*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 17-23.  
doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.03

**Öz:** Balık yemlerinde yem maliyetini düşürmek için uygulanan stratejilerden birisi de balık unu yerine alternatif bitkisel/hayvansal hammaddelerin kullanımıdır. Granyöz balığı, verimli et kalitesi ve lezzeti ile birçok ülkede talep gören ve kültür koşulları altında hızlı gelişim gösteren potansiyel bir türdür. Bu sebeple balık unu yerine bezelye protein konsantresinin (BPK) granyöz balığının (*Argyrosomus regius*) büyümesi, vücut kompozisyonu ve amonyak boşaltımı üzerine olan etkilerini belirlemek için bir besleme denemesi yürütülmüştür. Kontrol gruplarında temel protein kaynağı olarak balık unu bulunan bir yem kullanılmıştır. Balık unu proteinini yerine %15 (BPK15), %30 (BPK30), %45 (BPK45) ve %60 (BPK60) oranında 4 farklı deneme yemi hazırlanmıştır. Deneme 450 L hacme sahip dairesel fibreglas tankların bulunduğu kapalı devre deniz sisteminde yürütülmüştür. Her tankta 18 adet balık stoklanmış ve deneme üç tekrarlı olarak 15 adet tankta, 12 hafta boyunca yürütülmüştür. BPK15 yemi ile beslenen balıkların spesifik büyüme oranı (SBO) kontrol yemi ile karşılaştırıldığında aralarında farklılık bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Kontrol yemi, BPK15 ve BPK30 yemleriyle beslenen balıkların yem değerlendirme oranı, BPK45 ve BPK60 yemleriyle beslenen balıklarından önemli derecede daha düşüktür ( $P<0.05$ ). Toplam amonyak boşaltımı yemdeki bezelye protein konsantresi seviyesiyle birlikte artmıştır. Sonuç olarak, granyöz balıkları yeminde balık unu proteinini yerine %15 oranında bezelye protein konsantresinin kullanılması önerilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Granyöz, *Argyrosomus regius*, bezelye protein konsantresi, büyüme performansı, amonyak boşaltımı

**Abstract:** Using of alternative plant/animal based (except fish meal) raw materials is one of the most important application for decreasing feed cost in finfish feeds. Meagre which is demanded from many countries because of its efficient meat quality and flavor and showed rapid growth under culture conditions is a potential species. A nutrition trial with meagre, *Argyrosomus regius* was undertaken to evaluate the effect of replacing dietary fishmeal (FM) protein with pea protein concentrate (PPC). A diet with FM as the main protein source was used for the control diet (FM). Four experimental diets were formulated to progressively replace 15% (PPC15), 30% (PPC30), 45% (PPC45) and 60% (PPC60) of FM protein. The study was carried out in 450-L fiberglass tanks connected to a closed recirculation system. Eighteen fish per tank were randomly distributed into 15 tanks with three replicates. The diets were tested in triplicate for 12 weeks. The specific growth rate (SGR) of fish fed diet PPC15 were not significantly different compared to fish fed the FM diet ( $P>0.05$ ). Meagre fed FM, PPC15 and PPC30 had significantly lower FCR compared with fish fed PPC45 and PPC60 ( $P<0.05$ ). Total ammonia-nitrogen (TAN) excretion increased with elevated dietary PPC inclusion. In conclusion, using 15% of pea protein concentrate in meagre feeds has been recommended.

**Keywords:** Meagre, *Argyrosomus regius*, pea protein concentrate, growth performance, total ammonia-nitrogen excretion

### GİRİŞ

Su ürünleri yetiştiriciliği, hayvansal kökenli gıda kaynakları arasında daha sağlıklı bir besin kaynağı olması, yüksek kazanç sağlaması ve üretime yönelik iş imkanları yaratmasından dolayı son 30 yılda dünyada hızlı bir gelişme kaydetmiştir. Türkiye ve Akdeniz su ürünleri yetiştiriciliğinde akla ilk gelen türler levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*). 2014 yılı

verilerine göre dünyada levrek 314 bin çipura ise 158 bin ton dolayında üretilmiştir (FAO, 2016). Son yıllarda deniz balıkları sektöründe yaşanan pazar doygunluğu sorununu aşmak için çipura ve levrek türlerine alternatif türlerin yetiştiricilik ve ar-ge çalışmalarına hız verilmiştir. 2005 yılından itibaren kültüre alınan potansiyel deniz balıklarından granyöz (*Argyrosomus*

regius) ve sinaritin (*Dentex dentex*) üretimleri istatistiklere girmeye başlamıştır. Bu türlerin toplam üretim değerleri 2005 yılında 2000 ton, 2015 yılında 2800 ton olarak kayıtlara geçmiştir (TurkStat, 2016).

Sciaenidae familyası içerisinde yer alan granyöz, verimli et kalitesi ve lezzeti ile başta Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok ülkede oldukça fazla talep gören ekonomik bir türdür (Vallés ve Estévez, 2013). Kültür koşulları altında hızlı gelişim göstermesinden dolayı özellikle Akdeniz'deki alternatif balık türleri arasında ilk sırada yer almaktadır (Emre vd., 2016). Ülkemiz yetiştiricilik tesislerinden bazıları iyi bir anaç yönetimi uygulayarak granyöz balığından yumurta almayı başarmış, kaliteli larva üretimini gerçekleştirmiş ve ağ kafeslerde balığın ticari yetiştiricilik faaliyetine başlanmıştır. Bir balık türünün kültüre alınması ve sürdürülebilir yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için iyi bir anaç ve larva yönetiminin yanı sıra türe özel yem formülasyonu ve yemleme rejiminin uygulanması şarttır. Dünyada hızla gelişen yetiştiricilik sektörünün hammadde ihtiyacını karşılayacak balık unu ve yağ stoklarının yeterli olmadığı bilinmektedir (Welch vd., 2010). Bu nedenle de, yem üreticilerinin maliyet ile ilgili bu problemlerini çözebilmek için balık yemlerinde balık unu yerine çeşitli bitkisel kaynakların ne oranda kullanılmasının belirlenmesine yönelik araştırmalar önem kazanmaktadır (Güroy vd., 2012).

Bezelye (*Pisum sativum*) başta Kanada ve Avrupa olmak üzere dünyada hayvan yemlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış önemli bir hammadde. Bezelyenin protein içeriği yağlı tohumlarından daha düşük, tahıllarından ise yüksek olmasına rağmen balık yemlerinde de kullanılmaya başlanılmıştır. Bezelye tanelerinden, bezelye unu, bezelye protein konsantresi ve bezelye protein izolatu gibi ürünler elde edilmektedir. Bezelye protein konsantresinin protein içeriğinin yüksek olması ve besleyici olmayan besinsel faktörleri bezelye ununa göre daha az oranda içermesi, bu hammaddenin balık yemlerinde balık unu yerine kullanıma potansiyelini arttırmaktadır. Bununla birlikte, bu hammaddenin balıklarda kullanımı üzerine sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Sánchez-Lozano vd., 2009; 2011; Penn vd., 2011).

Bu çalışmada, balık unu yerine farklı oranlarda bezelye protein konsantresi içeren yemlerin, yavru granyöz balıklarının büyüme performansı, yem kullanımı, vücut kompozisyonu, biyolojik parametreleri ve amonyak boşaltımı üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

### Deneme Yeri

Besleme denemesi, Yalova Üniversitesi Armutlu Meslek Yüksekokulu bünyesinde bulunan Su Ürünleri Uygulama Ünitesi Deniz ve İç Su Balıkları Yetiştiriciliği Birimi'nde, her biri 450 L su hacmine sahip 18 adet fiberglas tanktan oluşan bir kapalı devre deniz sisteminde yürütülmüştür. Denizden 2 HP gücündeki pompa motoru ile çekilen su, kum filtresi ve ultraviyole filtreden geçirildikten sonra ana su tankına iletilmiştir. Kapalı devre sisteme alınan su, 1 HP gücündeki

pompalar ile tanklara transfer edilmiş, tanklarda çıkan atık su biyolojik filtre, kum filtresi, UV ve 12 kW gücündeki elektrikli ısıtıcıdan geçtikten sonra tekrar tanklara verilmiştir.

### Deneme Balıkları

Denemede kullanılan balıklar özel bir deniz balığı kuluçkhanesinden (İzmir, Türkiye) temin edilmiştir. Denemede, tanklara 18 adet yavru balık konulmuş ve 12 hafta boyunca beslenmişlerdir. Besleme denemeleri başlamadan iki hafta önce, balıklar deneme ortamına adapte edilerek ticari bir levrek yemi (%45 protein, %14 yağ; Çamlı Yem, İzmir, Türkiye) ile beslenmiştir. Besleme denemesinde, büyümenin takibi için balıklar iki hafta aralıklarla tartılarak toplu ağırlıkları kaydedilmiştir.

### Deneme Dizaynı

Denemede, yemdeki balık unundan gelen proteinin yerine 5 farklı oranda (%0, 15, 30, 45 ve 60) bezelye protein konsantresi (BPK) ilave edilmiştir. Denemede yaklaşık ağırlığı 14 gram olan 270 adet yavru granyöz balığı 15 adet 400 litrelik tanka eşit olarak dağıtılmıştır. Balıklar günde üç kez doyana kadar beslenmişlerdir. Deneme tanklarının pozisyon etkisini en aza indirmek için deneme gruplarındaki tankların yerleri rastgele belirlenmiştir. Besleme denemesinde, su sıcaklığı, pH ve çözünmüş oksijen günlük olarak ölçülmüştür. Deneme süresince su sıcaklığı 24,8±1,0 °C, pH 7,8 ve oksijen 7,3 mg/L olarak sabit tutulmuştur. Balıkların yem tüketim miktarları günlük olarak kaydedilmiştir. Tüm deneme grupları üç tekrarlı olarak dizayn edilmiştir. Besleme denemesinde fotoperiyot, 12 saat gündüz:12 saat gece şeklinde uygulanmıştır.

### Deneme Yemleri

Yem yapımında hammadde olarak balık unu (hamsi, menşei: Karadeniz Bölgesi), soya unu, mısır gluteni, buğday unu, balık yağı (hamsi, menşei: Karadeniz Bölgesi), vitamin ve mineral premiksleri kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan hammaddelerin besin kompozisyonları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1.** Deneme yemlerinde kullanılan hammaddelerin kimyasal kompozisyonları (%)

**Table 1.** Chemical proximate compositions of raws used in experimental diets (%)

| Hammadde        | Kuru Madde | Ham Protein | Ham Yağ | Ham Kül |
|-----------------|------------|-------------|---------|---------|
| Balık unu       | 91,65      | 75,59       | 9,04    | 12,82   |
| Buğday gluteni  | 90,00      | 76,88       | 5,00    | 1,00    |
| Mısır gluteni   | 88,97      | 62,96       | 0,67    | 1,80    |
| Soya unu        | 84,95      | 50,46       | 1,92    | 3,00    |
| Buğday unu      | 88,11      | 14,07       | 1,48    | 2,00    |
| Bezelye Pro. K. | 88,18      | 52,00       | 4,40    | 4,00    |

Yem formülasyonu, hammaddelerinin analiz sonuçlarına göre düzenlenmiştir (Tablo 2). Yemler, Yalova Üniversitesi Armutlu Meslek Yüksekokulu Yem Üretim Laboratuvarı'nda üretilmiştir. Yem yapımından önce, kullanılacak olan

hammadeler valsı değirmende öğütülmüştür. Önce büyük, daha sonra da küçük partiküllü hammadeler mikserde (Dirmak) karıştırılarak üzerlerine su ve yağ ilavesi ile hamur haline getirilmiştir. Hamur, soğuk ekstrüderden geçirilerek 1 mm halinde kesilmiştir. Kurutma dolabında 40 °C'de yaklaşık 24 saat süresince kurutulmuştur. Kurutulan yemler deneme başlangıcına kadar -25 °C'de saklanmıştır.

**Tablo 2.** Deneme yemlerinin formülasyonu ve kimyasal kompozisyonu  
**Table 2.** Formulation and chemical composition of experimental diets

| Hammadde                        | Kontrol | BPK15 | BPK30 | BPK45 | BPK60 |
|---------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Balık unu                       | 43,00   | 37,00 | 31,00 | 25,00 | 19,00 |
| Bezelye protein konsantresi     | 0,00    | 9,00  | 18,00 | 27,00 | 35,00 |
| Buğday glüten                   | 4,00    | 4,00  | 4,00  | 4,00  | 4,00  |
| Mısır glüten                    | 8,00    | 8,00  | 8,00  | 8,00  | 8,00  |
| Soya unu                        | 12,00   | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Buğday unu                      | 16,00   | 13,00 | 10,00 | 7,00  | 5,00  |
| Balık yağı                      | 14,00   | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| Vitamin                         | 1,10    | 1,10  | 1,10  | 1,10  | 1,10  |
| Mineral                         | 0,90    | 0,90  | 0,90  | 0,90  | 0,90  |
| Vitamin C                       | 0,10    | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Kolin klorit                    | 0,30    | 0,30  | 0,30  | 0,30  | 0,30  |
| Dikalsiyum fosfat               | 0,60    | 0,60  | 0,60  | 0,60  | 0,60  |
| <b>Kimyasal Kompozisyon (%)</b> |         |       |       |       |       |
| Nem                             | 5,98    | 6,14  | 6,05  | 5,97  | 6,09  |
| Ham Protein                     | 48,92   | 48,64 | 48,37 | 48,09 | 47,43 |
| Ham Yağ                         | 18,61   | 18,42 | 18,23 | 18,04 | 17,82 |
| Ham Kül                         | 6,38    | 5,55  | 4,72  | 3,89  | 3,08  |
| NÖM*                            | 26,09   | 27,39 | 28,68 | 29,98 | 31,67 |

\*Nitrojeniz Öz Madde: 100 – (Ham Protein + Ham Yağ + Ham Kül)

### Örnekleme ve Analiz Yöntemleri

Deneme sonunda balıklar 1 gün aç bırakıldıktan sonra her tanktan 3 adet balık alınarak analizleri yapılana kadar -25 °C'de saklanmıştır. Saklanan balıkların çatal boyları (cm) balık ölçüm tahtası ile total ağırlık, iç organ ve karaciğer ağırlıkları Precisa XT 4200 C marka 0,01 g hassasiyetli elektronik terazi kullanılarak ölçülmüştür. Deneme başında ve sonunda rastgele alınan balık örneklerinin, denemelerde kullanılan hammadelerin ve yemlerin kimyasal kompozisyonları AOAC (2000) prosedürüne göre yapılmıştır.

### Amino Asit Analizi

Yemlerin hidroliz aşaması AOAC (2000)'e göre yapılmıştır. Deneme yemlerinin amino asit kompozisyonu ise Tablo 3'de verilmiştir. 30 mg protein olacak şekilde tartılan örnek hidroliz tüpüne aktarılmış ve üzerine 10 mL, 6 N HCl ilave edilmiştir. Havası alınan hidroliz vialleri etüvde 110 °C'de 24 saat hidroliz edilmiş ve santrifüj yapılarak uzaklaştırılmıştır. Süzülen örnekten, HCl evaporatörde yüksek vakum altında 60 °C'de uçurulmuş geriye kalan kalıntı pH'ı 2,2 olan sodyum sitrat tampon çözeltisiyle seyreltilmiştir. Örneklerin analizi, TUBITAK MAM'nde yapılmıştır.

**Tablo 3.** Deneme yemlerinin amino asit profili (g / 100 g N)  
**Table 3.** Amino acid profile of experimental diets (g / 100 g N)

|             | Kontrol | BPK15 | BPK30 | BPK45 | BPK60 |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Metionin    | 1,29    | 1,24  | 1,19  | 1,13  | 1,08  |
| Sistein     | 0,60    | 0,55  | 0,50  | 0,46  | 0,41  |
| Lizin       | 3,25    | 3,18  | 3,10  | 3,03  | 2,93  |
| Triptofan   | 0,51    | 0,46  | 0,40  | 0,35  | 0,30  |
| Treonin     | 1,83    | 1,65  | 1,47  | 1,29  | 1,11  |
| İzolösin    | 1,99    | 1,80  | 1,61  | 1,42  | 1,23  |
| Histidin    | 1,19    | 1,07  | 0,95  | 0,83  | 0,71  |
| Valin       | 3,22    | 2,87  | 2,51  | 2,15  | 1,80  |
| Lösin       | 3,78    | 3,45  | 3,13  | 2,81  | 2,49  |
| Arginin     | 3,22    | 2,87  | 2,52  | 2,17  | 1,82  |
| Fenilalanin | 2,01    | 1,84  | 1,67  | 1,50  | 1,34  |

### Azot Boşaltımı

Balıkların su ortamındaki amonyak boşaltım miktarı hesaplanarak gruplar arasında yemlerin sindirimi sırasında suya bırakılan toplam amonyak miktarı karşılaştırılmıştır. Besleme çalışmasından sonraki 3 gün boyunca midede kalan tüm yemin boşaltılması için balıklar beslenmemiştir. Daha sonra, 4. günün sabahında tankların zemini tamamen temizlenmiş ve balıklar doyana kadar deneme yemleri ile beslenmişlerdir. Yemleme işleminden 30 dakika sonra kapalı devre sistem kapatılarak tankların suyu kesilmiş ve tanklarda kalan yemler sifon yardımıyla alınmıştır. Güroy vd. (2016)'da belirtildiği gibi, toplam amonyak boşaltım seviyesi Hach Lange NH<sub>3</sub>-N (LCK 304) kitleri ile spektrofotometrede (Hach Lange DR 2800) analiz edilmiştir. Başlangıç ölçümünden 6 saat sonra aynı işlem tekrarlanarak gruplar arasındaki azot boşaltım miktarları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$A = [(N_2 - N_1) \times V_2] / W / T_2 - 1$$

A: Amonyak boşaltım oranı (toplam NH<sub>3</sub>-N µg / Balık ağırlığı / Saat)

N1: Periyot başlangıcında sudaki amonyak konsantrasyonu (µg olarak, toplam NH<sub>3</sub>-N mL<sup>-1</sup>)

N2: Periyot sonu sudaki amonyak konsantrasyonu (µg olarak, toplam NH<sub>3</sub>-N mL<sup>-1</sup>)

V2: Su hacmi (mL)

W: Balıkların toplam canlı ağırlığı (g)

T2-1: Örnekleme periyotları arasında geçen süre (saat)

### Veri Analizleri

Deneme süresince elde edilen sonuçlar büyüme ve yem değerlendirilmesiyle bağlantılı olmak üzere bazı besleme parametreleri kullanılmıştır. Bu parametreler aşağıda açıklanmıştır:

Ortalama Vücut Ağırlığı = Balıkların toplam ağırlığı (g) / Balık sayısı

Spesifik Büyüme Oranı = [Ln (Son ağırlık) - Ln (İlk ağırlık)] / Deneme gün sayısı x 100

Yem Dönüşüm Oranı = Tüketilen yem (g) / Ağırlık artışı (g)

Kondisyon Faktörü = Vücut ağırlığı (g) / (Çatal boy, cm)<sup>3</sup> x 100

Hepatosomatik indeks = Karaciğer ağırlığı (g) / Balık ağırlığı (g) x 100

Viserosomatik indeks = İç organ ağırlığı (g) / Balık ağırlığı (g) x 100

### İstatistiksel Analizler

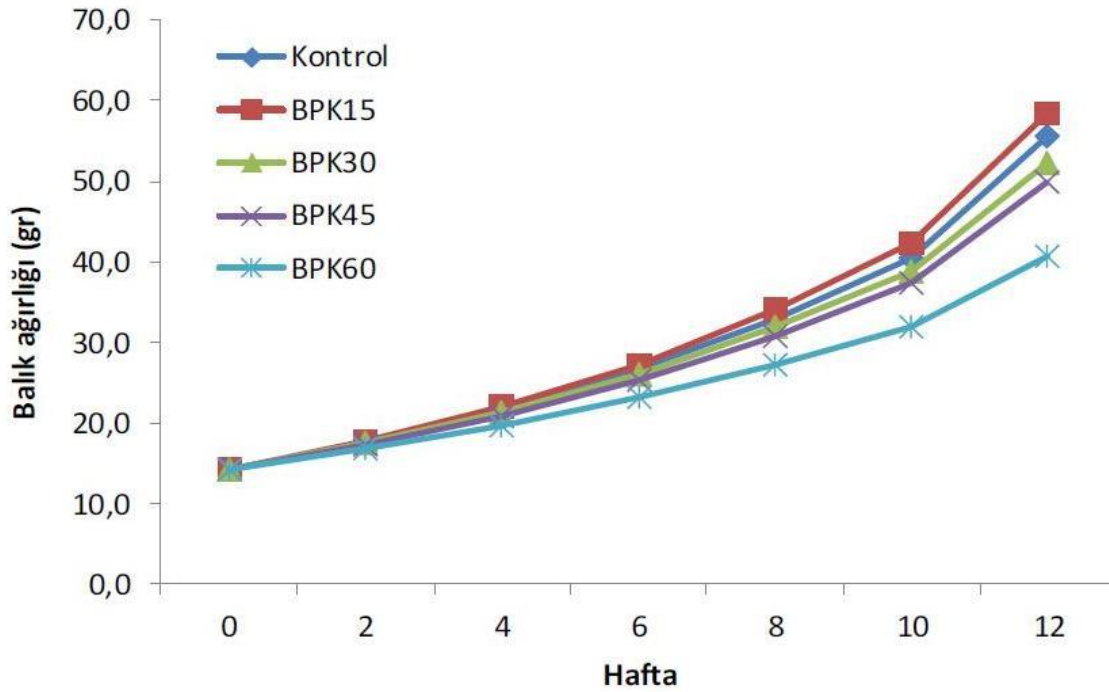
Farklı yemlerin balıkların büyüme performansı, yem tüketimi, besin kullanımı, vücut kompozisyonu ve besin sindirilebilirliği üzerine olan etkilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın tespitinde ise Duncan testinden yararlanılmıştır. Verilerin bilgisayar

ortamında istatistiksel değerlendirilmesi Statgraphics Centurion XVI paket programıyla sağlanmış ve grafikler MS Office Excel programıyla oluşturulmuştur. Tüm testlerde yanılma düzeyi P<0,05 olarak kabul edilmiştir.

### BULGULAR

#### Büyüme Performansı ve Yem Kullanımına Ait Bulgular

Farklı oranlarda balık unu yerine bezelye protein konsantresi içeren yemlerle beslenen granyöz balıklarının büyüme performansı ile ilgili veriler Tablo 4'te sunulmuştur. Bütün balıklar yemleri iştahla tüketmişler ve deneme süresince hiçbir ölü balığa rastlanmamıştır. 12 hafta boyunca deneme yemleri ile beslenen balıklar 2 hafta aralıklarla tartılarak ağırlık artışları belirlenmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Deneme süresince granyöz balıklarının ağırlık artışı  
**Figure 1.** Weight increase of meagre during the experiment

Balık unu proteini yerine %15 (BPK15), 30 (BPK30), 45 (BPK45) ve 60 (BPK60) oranlarında bezelye protein konsantresi (BPK) içeren yemlerle beslenen balıkların son ağırlıkları sırasıyla 55,5 g, 58,4 g, 52,2 g, 49,8 g ve 40,7 g olarak ölçülmüştür. BPK15 grubunun son ağırlık ve spesifik büyüme oranı BPK30, BPK45 ve BPK60 gruplarından daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Kontrol grubu ile BPK15 gruplarının büyüme performansları arasında bir farklılık olmamakla birlikte kontrol grubu BPK30, BPK45 ve BPK60 gruplarından daha iyi büyüme performansı sergilemiştir. BPK60 grubunda yem tüketiminin diğer gruplara göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Deneme yemleri ile beslenen granyöz balıklarının yem dönüşüm oranı 0,95 ile 1,43 arasında değişmiş olup en yüksek yem dönüşüm oranı BPK60 grubunda

elde edilmiştir. BPK45'in yem dönüşüm oranı BPK60'dan daha düşük olup diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur.

**Tablo 4.** Deneme yemleri ile beslenen granyözlerin 12 hafta sonunda büyüme performansı (n=3)

**Table 4.** Growth performance of meagre after 12 weeks of feeding on experimental diets (n=3)

|                               | Kontrol            | BPK15             | BPK30             | BPK45             | BPK60             |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| İlk Ağırlık (g)               | 14,2               | 14,2              | 14,3              | 14,2              | 14,2              |
| Son Ağırlık (g)               | 55,5 <sup>cd</sup> | 58,4 <sup>d</sup> | 52,2 <sup>c</sup> | 49,8 <sup>b</sup> | 40,7 <sup>a</sup> |
| Spesifik Büyüme Oranı (%/gün) | 1,51 <sup>cd</sup> | 1,57 <sup>d</sup> | 1,44 <sup>c</sup> | 1,39 <sup>b</sup> | 1,17 <sup>a</sup> |
| Yem Tüketimi (g)              | 43,1 <sup>b</sup>  | 42,0 <sup>b</sup> | 41,3 <sup>b</sup> | 42,4 <sup>b</sup> | 38,0 <sup>a</sup> |
| Yem Dönüşüm Oranı             | 1,04 <sup>a</sup>  | 0,95 <sup>a</sup> | 1,09 <sup>a</sup> | 1,19 <sup>b</sup> | 1,43 <sup>c</sup> |

### Biyolojik Parametrelere Ait Bulgular

12 hafta boyunca beslenen granyözlerin kondisyon parametrelerine ilişkin bilgiler Tablo 5'te sunulmuştur. Düşük oranda bezelye protein konsantresi içeren yemle (BPK15) beslenen balıkların kondisyon faktörü yüksek oranda bezelye protein konsantresi içeren yemle beslenen balıklara göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Deneme yemleri ile beslenen balıkların iç organ oranı (%) 9,55 ile 11,68 arasında değişmiştir. Karaciğer sağlık durumunu gösteren hepatosomatik indeks değeri yemdeki bezelye protein konsantresinin yükselmesi ile artmıştır. Bu değerın yükselmesi balıkların sağlık durumunun gittikçe azaldığının bir ifadesi olarak kabul edilmektedir.

**Tablo 5.** Deneme yemleri ile beslenen granyözlerin 12 hafta sonunda biyolojik parametreleri (n=6)

**Table 5.** Biological parameters of meagre after 12 weeks of feeding on experimental diets (n=6)

|                      | Kontrol            | BPK15              | BPK30              | BPK45              | BPK60              |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Kondisyon Faktörü    | 1,01 <sup>ab</sup> | 1,11 <sup>b</sup>  | 1,01 <sup>ab</sup> | 0,98 <sup>ab</sup> | 0,82 <sup>a</sup>  |
| Viserosomatik İndeks | 9,55 <sup>a</sup>  | 8,74 <sup>ab</sup> | 9,97 <sup>ab</sup> | 9,01 <sup>ab</sup> | 11,68 <sup>b</sup> |
| Hepatosomatik İndeks | 1,23 <sup>a</sup>  | 1,46 <sup>ab</sup> | 1,46 <sup>ab</sup> | 1,52 <sup>b</sup>  | 1,65 <sup>b</sup>  |

### Vücut Kompozisyonuna Ait Bulgular

Tablo 6'da farklı yemlerle beslenen alabalıkların kimyasal kompozisyonu ile ilgili veriler sunulmuştur. Deneme gruplarının nem, protein, yağ ve kül oranları arasında herhangi istatistiki bir fark bulunamamıştır ( $P>0,05$ ).

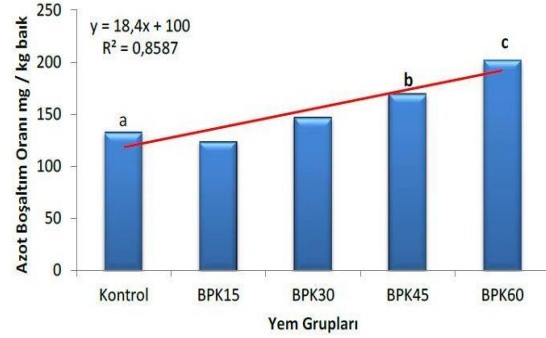
**Tablo 6.** Deneme yemleri ile beslenen granyözlerin 12 hafta sonunda tüm vücut besin maddeleri miktarı (n=6)

**Table 6.** Whole body proximate composition of meagre after 12 weeks of feeding on experimental diets (n=6)

|             | Kontrol | BPK15 | BPK30 | BPK45 | BPK60 |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Nem         | 65,81   | 65,47 | 64,25 | 64,77 | 65,75 |
| Ham Protein | 18,74   | 17,45 | 17,63 | 18,51 | 16,72 |
| Ham Yağ     | 14,75   | 14,92 | 14,17 | 13,69 | 14,61 |
| Ham Kül     | 2,07    | 2,18  | 1,93  | 2,10  | 2,30  |

### Azot Boşaltımı

Deneme yemleri ile beslenen granyöz balıklarının azot boşaltımı ile ilgili veriler Şekil 2'de sunulmuştur. Yemdeki bezelye protein konsantresi seviyesinin artması ile azot boşaltımı artmıştır. Yüksek bezelye protein konsantresi içeriğine sahip grubun azot boşaltımı düşük seviyelerde BPK içeren grubun azot boşaltım oranına göre önemli derecede daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bezelye protein konsantresi ve azot boşaltımı arasındaki ilişki  $y = 18,4x + 100$ ;  $r^2 = 0,8587$  olarak tanımlanmıştır.



**Şekil 2.** Deneme yemleri ile beslenen granyöz balıklarının azot boşaltımı ve bezelye protein konsantresi düzeyi arasındaki ilişki  
**Figure 2.** The relationship between total ammonia-nitrogen excretion and pea protein concentrate of meagre fed with experimental diets

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada çipura ve levrek türlerine ilave olarak son yıllarda üretilmeye başlanan granyöz balığı yemlerinde bezelye protein konsantresi kullanımının üzerine bir araştırma yürütülmüştür. Balık yemlerinde yem maliyetini düşürmek için uygulanan stratejilerden birisi de alternatif bitkisel/hayvansal hammaddelerin kullanımıdır. Son yıllarda, teknolojik yöntemlerle yüksek protein ve düşük karbonhidrat içeriğine sahip bitkisel protein konsantrelerinin balık ununa alternatif olabileceği düşünülmektedir (Güroy vd., 2013; Buentello vd., 2015). Örneğin, soya protein konsantresi balık unu yerine kısmi olarak sarı kuyruk, *Seriola lalandi* (Bowyer vd., 2013; Bansemir vd., 2015; Kissinger vd., 2016), kırmızı mercan, *Pagrus major* (Takagi vd., 2001), Japon pisi balığı, *Paralichthys olivaceus* (Deng vd., 2006), Atlantik salmonu, *Salmo salar* (Storebakken vd., 2000) ve cobia, *Rachycentron canadum* (Salze vd., 2010) gibi deniz balıklarında kullanılmıştır.

Bu çalışmada, balık unu proteinin %25'i (yeme ilave %9) yerine kullanılan bezelye protein konsantresi granyöz balıklarının son vücut ağırlığı, spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranını iyileştirmiştir. Daha önce bitkisel protein konsantrelerinin az oranda ilavesiyle diğer balık türlerinde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar gibi bu çalışmada da büyüme performansının olumlu etkilendiği görülmektedir. Örneğin; Sánchez-Lozano vd. (2011) ortalama ağırlığı 52 g olan çipuraların (*Sparus aurata*) yemlerine balık unu proteini yerine 4 farklı oranda ilave edilen (%0, 20, 40 ve 60) bezelye protein konsantresinin 218 gün süresince etkileri araştırılmıştır. En düşük spesifik büyüme oranı (%0,88) %60 yem grubunda elde edilmesine rağmen, gruplar arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanılmamıştır. Sánchez-Lozano vd. (2011), balık unu yerine %40 oranında BPK'nın balıkların ağırlık kazanımı, yem dönüşüm oranı ve protein verimlilik oranını negatif etkilemeden ikame edilebileceği sonucuna varmışlardır. Yine aynı türle Sánchez-Lozano vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, büyük çipuraların (başlangıç ağırlığı, 174 g) yemine balık unu yerine kısmi oranda bezelye protein konsantresi (BPK) ve pirinç protein konsantresi (PPK)

karışımını balıkların büyümesi üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. BPK ve PPK karışımı balık unu yerine %30, 60 ve 90 oranında metiyonin ve lizin takviyesi ile ikame edilmiştir. %90 yem grubu hariç balıkların büyümesi arasında farklılık bulunmamıştır. Yemdeki bezelye protein konsantresinin oranı arttıkça balıkların büyüme performansında düşüş meydana gelmektedir. Benzer şekilde, Penn vd. (2011) bezelye protein konsantresi, soya protein konsantresi ve mısır glütinin Atlantik salmonu (*Salmo salar*) yemlerinde hem tek olarak yüksek seviyede hem de düşük seviyede birlikte kullandıkları çalışmada, Atlantik salmonu yemlerinde bezelye protein konsantresi yüksek oranda kullanıldığında büyüme performansını olumsuz yönde etkilediğini bulmuşlardır. Yüksek oranda bezelye protein konsantresi içeren yemlerle beslenen balıklarda büyüme performansının düşmesi yemdeki amino asit profilinin düşmesine bağlanabilir (Cheng vd., 2003; Hansen vd., 2007). Bu çalışmada lizin ilk olarak sınırlanan aminoasit olarak ortaya çıkmıştır. Kontrol yeminin lizin içeriği 3,25 iken BPK60 yeminde 2,93 olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, arjinin ve fenilalanin gibi diğer iki önemli temel amino asitte benzer bulgular edilmiştir. Yemlerde düşük oranda balık unu kullanıldığında olumsuz etkilerin meydana gelmemesi ve ekonomik kayıpların yaşanmaması için bu tip yemlere dışarıdan amino asit ilave edilebilir.

Bu çalışmada, en yüksek oranda bezelye protein konsantresi içeren yemle beslenen balıklarda yem tüketimi diğer yem gruplarına göre önemli oranda azalmıştır. Yüksek oranda bezelye protein konsantresi içeren yemlerle beslenen balıkların daha düşük büyüme performansı, daha düşük elde edilebilir enerjiye bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir. Balık yemlerine yüksek oranda bitkisel protein ilavesinin lezzetliliği (palatabilité) etkilediği bilinmektedir (Phumee vd., 2011). Düşük oranda balık unu içeren yemlerle beslenen balıkların yem tüketimini arttırmak için amino asit ilavesi dışında yemlere cezbedici katkı maddeleri (betain, nükleotid, organik asitler vb) de ilave edilebilir (Smith vd., 2007; Grey vd., 2009; Kader vd., 2010).

Amonyak, balıkta protein katabolizmasının bir son ürünü olarak üretilir ve amonyağın boşaltımı protein sentezi düşük

olduğunda yüksek bulunur (Engin ve Carter, 2001; 2005). Bu çalışmada, yemdeki bezelye protein konsantresi ile birlikte toplam amonyak-nitrojen (TAN) boşaltımı da artmıştır. TAN boşaltımı verileri ile büyüme ve besin kullanımı iyi bir ilişki mevcut olup, yüksek oranda bezelye protein konsantresi içeren yemlerle beslenen balıklarda görülen düşük büyüme performansı amino asit dengesizliğinden dolayı olup, tüm bu olumsuzluklar bu gruplardaki TAN boşaltım düzeyini de arttırmıştır. Kontrol yemi ile kıyaslandığında, balık yemindeki bitkisel kökenli hammaddelerin düzeyi arttıkça TAN boşaltım oranının arttığı bulunmuştur. Örneğin, soya unu içeren yemlerle beslenen gökkuşuğu alabalığında, O. mykiss (Yang vd., 2011), çipurada, S. aurata (Robaina vd., 1995) ve Asya deniz levreğinde, Lates calcarifer (Tantikitti vd., 2005), mısır glütini (Ballestrazzi vd., 1994) ve bitkisel protein karışımı (Kaushik vd., 2004) ile beslenen Avrupa deniz levreğinde TAN boşaltım oranı kontrol grubuna göre artmıştır.

Bu çalışma, bezelye protein konsantresinin granyöz yemlerinde kullanımı üzerine yapılmış ilk araştırma özelliğindedir. Sonuç olarak, granyöz balıkların yemine ilave edilen bezelye protein konsantresi, balıkların büyüme performansını, yem kullanımını, ve HSI değerini olumlu yönde etkilemiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, balık unu yerine kullanılan az orandaki bezelye protein konsantresinin (%15) granyöz balığının büyüme performansını olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir. Bununla birlikte, yeme yüksek oranda ilave edilen bezelye protein konsantresinin balıkların büyüme performansını düşürdüğü bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarına göre granyöz balıklarında %45-60 oranında bezelye protein konsantresinin kullanılması için amino asit ve cezbedici katkı maddelerinin ilavesiyle başka çalışmaların yapılması önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2011/BAP/018 No'lu proje ile desteklenmiştir.

## KAYNAKÇA

- AOAC. (2000). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 19th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Ballestrazzi, R., Lanari, D., Agaro, D.E. & Mion, A. (1994). The effect of dietary protein level and source on growth, body composition, total ammonia and reactive phosphate excretion of growing sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 127:197-206. doi: [10.1016/0044-8486\(94\)90426-X](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90426-X)
- Bansemmer, M., Forder, R., Howarth, G., Suijter, G., Bowyer, J. & Stone, D. (2015). The effect of dietary soybean meal and soy protein concentrate on the intestinal mucus layer and development of subacute enteritis in Yellowtail Kingfish (*Seriola lalandi*) at suboptimal water temperature. *Aquaculture Nutrition*, 21:300-310. doi: [10.1111/anu.12160](https://doi.org/10.1111/anu.12160)
- Bowyer, J., Qin, J., Smullen, R., Adams, L., Thomson, M. & Stone, D. (2013). The use of a soy product in juvenile yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) feeds at different water temperatures: 2. Soy protein concentrate. *Aquaculture*, 410-411:1-10. doi: [10.1016/j.aquaculture.2013.06.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.001)
- Buentello, A., Jirsa, D., Barrows, F.T. & Drawbridge, M. (2015). Minimizing fish meal use in juvenile California yellowtail, *Seriola lalandi*, diets using non-GM soybeans selectively bred for aquafeeds. *Aquaculture*, 435:403-411. doi: [10.1016/j.aquaculture.2014.10.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.10.027)
- Cheng, Z.J., Hardy, R.W. & Usry, J.L. (2003). Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. *Aquaculture*, 215(1-4):255-265. doi: [10.1016/S0044-8486\(02\)00166-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00166-7)
- Deng, J., Mai, K., Ai, Q., Zhang, W., Wang, X., Xu, W. & Liufu, Z. (2006). Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 258:503-513. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.04.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.004)
- Emre, Y., Kurtoğlu, A., Emre, N., Güroy, B. & Güroy, D. 2016. Effect of replacing dietary fish oil with soybean oil on growth performance, fatty acid composition and haematological parameters of juvenile meagre, *Argyrosomus regius*. *Aquaculture Research*. doi: [10.1111/are.12677](https://doi.org/10.1111/are.12677)

- Engin, K. & Carter, C.G. (2001). Ammonia and urea excretion rates of juvenile Australian short-finned eel (*Anguilla australis australis*) as influenced by dietary protein level. *Aquaculture*, 194:123-136. doi: [10.1016/S0044-8486\(00\)00506-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00506-8)
- Engin, K. & Carter, C.G. (2005). Fish meal replacement by plant and animal by-products in diets for the Australian short-finned eel, *Anguilla australis australis* (Richardson). *Aquaculture Research*, 36:445-454. doi: [10.1111/j.1365-2109.2004.01224.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2004.01224.x)
- FAO. (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <<http://www.fao.org/statistics>> (25.04.2016).
- Grey, M., Forster, I., Dominy, W., Ako, H. & Giesen, A.F. (2009). Validation of a feeding stimulant bioassay using fish hydrolysates for the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(4):547-555. doi: [10.1111/j.1749-7345.2009.00264.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2009.00264.x)
- Güroy, B., Mantoğlu, S., Merrifield, D.L. & Güroy, D. (2016). Effects of dietary Nutrafito Plus on growth, haematological parameters and total ammonia-nitrogen excretion of juvenile striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture Research*, 47(6):1770-1777. doi: [10.1111/are.12634](https://doi.org/10.1111/are.12634)
- Güroy, D., Güroy, B., Merrifield, D.L., Tekinay, A.A., Davies, S.J. & Şahin, İ. (2012). Effects of fish oil and partial fish meal substitution with oilseed oils and meals on growth performance, nutrient utilization and health of the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture International*, 20(3):481-497. doi: [10.1007/s10499-011-9479-z](https://doi.org/10.1007/s10499-011-9479-z)
- Güroy, D., Şahin, İ., Güroy, B., Merrifield, D.L., Bulut, M. & Tekinay, A.A. (2013). Replacement of fishmeal with rice protein concentrate in practical diets for European sea bass *Dicentrarchus labrax* reared at winter temperatures. *Aquaculture Research*, 44(3):462-471. doi: [10.1111/j.1365-2109.2011.03053.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.03053.x)
- Hansen, A.-C., Rosenlund, G., Karlsen, Ø., Koppe, W. & Hemre, G.-I. (2007). Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I - Effects on growth and protein retention. *Aquaculture*, 272(1-4):599-611. doi: [10.1016/j.aquaculture.2007.08.034](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.08.034)
- Kader, M., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S. & Bulbul, M. (2010). Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values of low fishmeal diets for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture*, 308:136-144. doi: [10.1016/j.aquaculture.2010.07.037](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.07.037)
- Kaushik, S.J., Covès, D., Dutto, G. & Blanc, D. (2004). Almost total replacement of fishmeal by plant protein sources in the diet of a marine teleost, the European seabass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 230:391-404. doi: [10.1016/S0044-8486\(03\)00422-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00422-8)
- Kissinger, K., García-Ortega, A. & Trushenski, J.T. (2016). Partial fish meal replacement by soy protein concentrate, squid and algal meals in low fish-oil diets containing Schizochytrium limacinum for longfin yellowtail *Seriola rivoliana*. *Aquaculture*, 452:37-44. doi: [10.1016/j.aquaculture.2015.10.022](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.10.022)
- Penn, M.H., Bendiksen, E.Å., Campbell, P. & Krogdahl, Å. (2011). High level of dietary pea protein concentrate induces enteropathy in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 310:267-273. doi: [10.1016/j.aquaculture.2010.10.040](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.10.040)
- Phumee, P., Wei, W.Y., Ramachandran, S. & Hashim, R. (2011). Evaluation of soybean meal in the formulated diets for juvenile *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878). *Aquaculture Nutrition*, 17(2):214-222. doi: [10.1111/j.1365-2095.2009.00729.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00729.x)
- Robaina, L., Izquierdo, M.S., Moyano, F.J., Socorro, J., Vergara, J.M., Montero, D. & Fernandez-Palacios, H. (1995). Soybean and lupin seed meals as protein sources in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*): Nutritional and histological implication. *Aquaculture*, 130:219-233. doi: [10.1016/0044-8486\(94\)00225-D](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)00225-D)
- Salze G., McLean, E., Battle, P.R., Schwarz, M.H. & Craig, S.R. (2010). Use of soy protein concentrate and novel ingredients in the total elimination of fish meal and fish oil in diets for juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, 298:294-299. doi: [10.1016/j.aquaculture.2009.11.003](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.11.003)
- Sánchez-Lozano, N.B., Martínez-Llorens, S., Tomás-Vidal, A. & Cerdá, M.J. (2009). Effect of high-level fish meal replacement by pea and rice concentrate protein on growth, nutrient utilization and fillet quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*, L.). *Aquaculture*, 298:83-89. doi: [10.1016/j.aquaculture.2009.09.028](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.09.028)
- Sánchez-Lozano, N.B., Martínez-Llorens, S., Tomás-Vidal, A. & Jover Cerdá, M. (2011). Amino acid retention of gilthead sea bream (*Sparus aurata*, L.) fed with pea protein concentrate. *Aquaculture Nutrition*, 17(2):604-614. doi: [10.1111/j.1365-2095.2010.00803.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00803.x)
- Smith, D.M., Tabrett, S.J., Glencross, B.D., Irvin, S.J. & Barclay, M.C. (2007). Digestibility of lupin kernel meals in feeds for the black tiger shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 264:353-362. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.12.002](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.002)
- Storebakken, T., Shearer, K.D. & Roem, A.J. (2000). Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus, and absorption of other minerals in Atlantic salmon *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy protein concentrate as the main sources of protein. *Aquaculture Nutrition*, 6:103-108. doi: [10.1046/j.1365-2095.2000.00135.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2000.00135.x)
- Takagi, S., Shimeno, S., Hosokawa, H. & Ukawa, M. (2001). Effect of lysine and methionine supplementation to a soy protein concentrate diet for red sea bream *Pagrus major*. *Fisheries Science*, 67(6):1088-1096. doi: [10.1046/j.1444-2906.2001.00365.x](https://doi.org/10.1046/j.1444-2906.2001.00365.x)
- Tantikitti, C., Sangpong, W. & Chiavareesaja, S. (2005). Effects of defatted soybean protein levels on growth performance and nitrogen and phosphorus excretion in Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, 248:41-50. doi: [10.1016/j.aquaculture.2005.04.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.04.027)
- TurkStat. (2016). Turkish Statistical Institute. <<http://www.turkstat.gov.tr>> (25.04.2016).
- Vallés, R. & Estévez, A. (2013). Light conditions for larval rearing of meagre (*Argyrosomus regius*). *Aquaculture*, 376-379:15-19. doi: [10.1016/j.aquaculture.2012.11.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.11.011)
- Welch, A., Hoenig, R., Stieglitz, J., Benetti, D., Tacon, A., Sims, N. & O'Hanlon, B. (2010). From fishing to the sustainable farming of carnivorous marine finfish. *Reviews in Fisheries Science*, 18(3):235-247. doi: [10.1080/10641262.2010.504865](https://doi.org/10.1080/10641262.2010.504865)
- Yang, Y.H., Wang, Y.Y., Lu, Y. & Li, Q.Z. (2011). Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and nitrogen and phosphorus excretion on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture International*, 19:405-419. doi: [10.1007/s10499-010-9359-y](https://doi.org/10.1007/s10499-010-9359-y)



ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Farklı istiridye türlerinin tespitinde RAPD-PZR kullanımı

### Identification of different oyster species using RAPD-PCR

Emel Özcan Gökçek\* • Aynur Lök • Bilge Karahan • Evrim Kurtay

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Bornova, İzmir, Turkey

\* Corresponding author: [emel.ozcan.gokcek@ege.edu.tr](mailto:emel.ozcan.gokcek@ege.edu.tr)

Received date: 04.10.2016

Accepted date: 21.11.2016

#### How to cite this paper:

Gökçek-Özcan, E., Lök, A., Karahan, B. & Kurtay, E. (2017). Identification of different oyster species using RAPD-PCR. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 25-30. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.04

**Öz:** Bu çalışmada, Ege Denizi'nde gözlemlenen ve istilacı tür olduğu düşünülen bazı istiridye örnekleriyle, yerli istiridye türü olan *Ostrea edulis* (Linnaeus 1758) örnekleri arasındaki genetik farklılıkların tespitinin, RAPD (Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA)-PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yardımıyla hızlı bir şekilde belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda, denizlerimizin yaygın türü olan *Ostrea* genusundan morfolojik olarak farklı olduğu gözlenen ve *Crassostrea* genusuna ait özellikler gösteren istiridye bireyleriyle, yerli tür 8 adet RAPD profili kullanılarak genetik olarak ayırt edilmiştir. Çalışmada toplam 343 bant elde edilmiştir. Polimorfizm oranı *Crassostrea* sp.'ye ait örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Ele alınan lokuslardan 6 tanesinin ayırıcı gücü yüksek çıkmıştır. İstilacı türe ait 11, yerli türe ait 5 adet toplamda 16 adet türe-özümlenmiş bant belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Genetik analiz, RAPD, belirteç, istiridye, istilacı tür

**Abstract:** Rapid determination of the genetic differences between some oyster samples observed in the Aegean Sea that were assumed as an invasive species and domestic oyster (*Ostrea edulis*, Linnaeus 1758) using RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA)-PCR (Polymerase Chain Reaction) markers was aimed in this study. In this regard, domestic species samples and the other samples collected from Altınoluk coasts which were morphologically different than *Ostrea* species and were showing similarities to *Crassostrea* genus were genetically identified by using 8 RAPD profiles. Total 343 bands were observed in the study. Polymorphism rate was found higher in the samples that might belong to *Crassostrea* genus. 6 of all loci considered in this study were found highly identical for these species. Total of 16 species-specific diagnostic bands: 11 bands for the invasive species and 5 bands for the domestic species, were determined.

**Keywords:** Genetic analysis, RAPD, marker, oyster, alien species

## GİRİŞ

Antartika ve bazı Okyanus adaları hariç bütün dünya deniz kıyılarında dağılım gösteren (Gunter, 1950), yetiştiriciliği ve avcılığı oldukça yoğun bir biçimde yapılan Ostreidae familyasına ait türler yüksek ekonomik öneme sahiptir. İstiridye yetiştiriciliği alanındaki ilk çalışmalar 17. yüzyılda Japonya'da başlamıştır. Bu familya içerisinde *Crassostrea* sp. ve *O. edulis* yetiştiricilik açısından ticari öneme sahip türlerin başında gelmektedir (Lök, 2000). Türkiye kıyılarında en yaygın görülen istiridye türü olan Avrupa istiridyesi (*O. edulis*) olmakla birlikte son yıllarda İndo-Pasifik kökenli *Crassostrea gigas* (Pasifik istiridyesi) türünün Ildır-Çeşme kıyılarında varlığı tespit edilmiştir (Doğan vd., 2007). İndo-Pasifik türlerin yetiştiricilik, avcılık ve pazarlama açısından taşıdıkları ekonomik katma değere karşı, doğal populasyonların gen havuzunun korunmasında tehdit unsuru oluşturuyor olmaları takip edilmesi gereken konuların başında gelmektedir (Acarlı vd., 2015).

İndopasifik türler Akdeniz'e ticari deniz taşımacılığı, akuakültür ve diğer insan aktiviteleriyle giriş yapmaktadır (Crocetta vd., 2015). Akdeniz faunası, Atlantik ve Süveyş

kanalından gelen istilacı türler ile yoğun bir etkileşim içindedir. Çınar vd. (2011) Türkiye denizlerinde 400 adet istilacı türün varlığını bildirmişlerdir ve bunlar içinde yumuşakçalar 105 türle en başta gelmektedir. Ostreidae familyasına ait türlerden *Crassostrea virginica*, *Crassostrea gigas* ve *Saccostrea cucullata* türlerinin Türkiye denizlerindeki varlığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Çınar vd., 2011; Öztürk vd., 2014; Acarlı vd., 2015).

Doğal populasyonların sahip olduğu genetik çeşitliliğin tespiti yetiştiricilik, ıslah çalışmaları ve populasyon genetiği çalışmaları açısından önemlidir. Selektif çalışmaların etkin bir biçimde devam ettirilebilmesi doğal populasyonların korunmasına bağlıdır. Bu sebeple, istilacı türlerin, genetik açıdan tanımlanması, doğal populasyonların genetik çeşitliliğine olan etkisinin tespiti, hibritleşme vb. etkileşimlerin takip edilmesi gerekmektedir. Genetik belirteçler, taksonomik ve populasyon genetiği çalışmalarında, hatta larval aşamada dahi karşılaşılan tür tanımlama sorunlarının çözülmesinde

yardımcı olan önemli moleküler elemanlardır (Klinbunga vd., 2001).

Farklı türlerin ayırımında morfolojik ölçümlerin yanı sıra moleküler genetik yöntemler etkin bir biçimde kullanılmaktadır. PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) sayesinde; RAPD, RFLP, mtDNA ve mikrosatellitler gibi moleküler belirteçler yardımıyla tür ayırımı ve taksonomik çalışmalar daha kolay ve kesin bir biçimde ortaya konulabilmektedir. RAPD yöntemi ise önceden gen dizisinin bilinmesini gerektirmemesi, kolay ve ucuz bir yöntem olması sayesinde bitkisel ve hayvansal örneklerde, genetik farklılıkların ortaya konmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (İlhak ve Arslan, 2007). RAPD yöntemi kolay uygulanabilir olmasının yanında, aynı zamanda incelenen organizmanın genomuna ait bir bilgiye önceden ihtiyaç duyulmaması nedeniyle de oldukça kullanışlı bir yöntemdir (Williams vd., 1990; David ve Savini, 2011). Bu yöntem sayesinde çok sayıda birey ve çok sayıda lokus aynı anda incelenebilmektedir (Liua ve Cordesb, 2004). Yetiştiriciliği yapılan Pasifik istiridyesi popülasyonlarında genetik uzaklık ve genetik çeşitliliğin belirlenmesinde RAPD markerleri kullanılmaktadır (Aranishi ve Okimoto, 2004; Toro ve Gonzalez, 2009). Taksonomik ve filogenetik çalışmalarda (Atienzar ve Jha, 2006; Sleem ve Ali, 2008) ve anaç popülasyonları oluşturma çalışmalarında; karar vermeyi güçlendirici bir yöntem olan RAPD'den yararlanılmaktadır (Bilgen vd. 2007). Klinbunga vd. (2001) Crassostrea, Saccostrea ve Striostrea türlerinin taksonomik olarak türe-özgü olarak tanımlanmasında RAPD ve RFLP belirteçlerinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir.

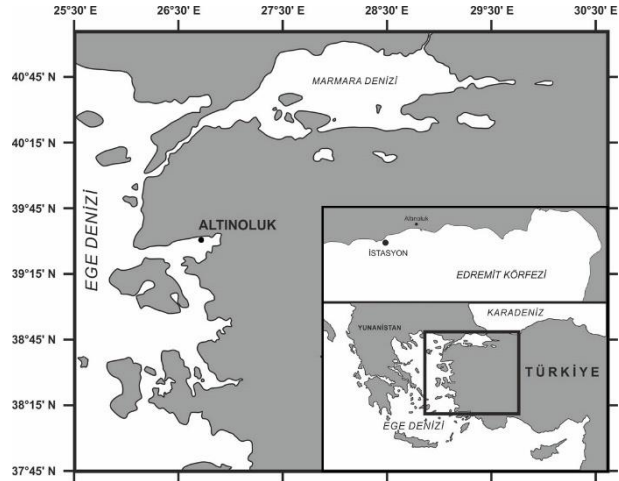
RAPD belirteçlerinin kullanıldığı diğer bir alan gıda işleme sektörüdür. Özellikle insan gıdası olarak tüketime uygun olmayan ve duyuşal testlerle et türünü ayırt etmenin mümkün olmadığı durumlarda, moleküler yöntemler önemli yardımcılardır (İlhak ve Arslan, 2007). RAPD tekniği insan gıdası olarak tüketilen kırmızı et, kanatlı eti (Koh vd., 1998) ve midye eti gibi ekonomik değere sahip olan ürünlerin genetik olarak ayırt edilmesinde etkin bir biçimde kullanılmaktadır (Rego vd., 2002). Ayrıca genotoksisite ve karsinogenezis çalışmalarında istiridye, midye gibi çift kabuklu türleri, RAPD yöntemiyle biyo-marker olarak kullanılmaktadır (Atienzar ve Jha, 2006; Farhadi vd. 2011).

Bu çalışmada 10 adet RAPD primeri yardımıyla, *O. edulis* ve *Crassostrea* genusuna ait olduğu düşünülen örnekler için PZR yöntemiyle genetik açıdan farklılıklar olup olmadığı incelenmiştir. RAPD ürünlerinin kabuklu tür ayırt etme durumu değerlendirilmiştir.

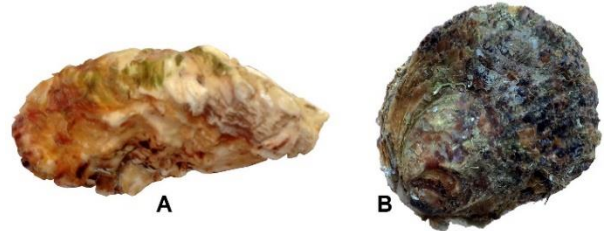
## MATERYAL VE METOT

Araştırma kapsamında istiridye örnekleri Balıkesir-Altınoluk bölgesinde, 39°33'25.1"N 26°42'12.7"D koordinatlarında (Şekil 1) 20 metre derinlikten dalarak toplanmıştır. Toplanan istiridye örnekleri içerisinde Türkiye kıyılarının yaygın türü olan *Ostrea edulis* yanında *Crassostrea* genusuna morfolojik olarak benzeyen bireyler olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Morfolojik yapıları farklılık gösteren istiridye bireyleri birbirinden ayrılarak 2 grup oluşturulmuştur. Toplam 10 adet istiridye örneği (Şekil

2) -20°C'de dondurulmuştur. Addüktör kasından alınan dokulardan (20-40 mg) DNA izolasyonu amacıyla; ticari kit ve tuz izolasyon (Aljanabi and Martinez, 1997) yöntemleri olmak üzere iki farklı protokol denenmiştir. İzole edilen genomik DNA örneklerinin, miktar ve saflıkları spektrofotometre ile ölçülerek eşit konsantrasyonlara sulandırılmıştır.



Şekil 1. Örnekleme yapılan istasyon  
Figure 1. Sampling station



Şekil 2. *Crassostrea* sp. (A), *O. edulis* (B)  
Figure 2. *Crassostrea* sp. (A), *O. edulis* (B)

10 adet 10 bazlık RAPD primeri (Tablo 1) rastgele olarak tercih edilmiştir (Aranishi ve Okimoto, 2004). PZR karışımı Atienzar vd. (2000)'e göre hazırlanmıştır. Buna göre toplam 15 µl olan PCR reaksiyon hacmi; 0,2 ng DNA, 10X Taq tamponu, 2µM primer, 2 mM MgCl<sub>2</sub> (50 mM), 0,33 mM dNTPs, 2,5 µg/µl BSA, 0,08 unit Taq DNA polimeraz (5 U/µl-Geneaid) ve ultra saf suyla hazırlanmıştır. PZR'la DNA'nın çoğaltma işlemi sırasında için başlangıç denatürasyon sıcaklığı: 95°C'de 5 dak, bunu takip eden 95°C'de 45 sn, 48°C'de 45 sn ve 74°C'de 1 dak olan 40 döngü ve son bir döngü 95°C'de 1 dak, 50°C'de 1 dak ve 74°C'de 1 dak olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Farhadi vd., 2011). Bütün primerler için aynı bağlama sıcaklığı (48°C) kullanılmıştır. PZR işleminin optimizasyonu sırasında, DNA miktarları; 0.2-0.8 ng/µL olmak üzere farklı konsantrasyonlarda denenmiştir. Ayrıca farklı Taq polimeraz ve MgCl<sub>2</sub> (2 mM, 3 mM, 4 mM ve 5 mM) miktarları denenmiştir.

PZR ürünleri, %1.5'luk 0.5X'lik TAE (Tris-EDTA-Asetik Asit, pH:8) tamponuyla hazırlanan agaroz jelde yürütülmüş ve boya olarak RedSafe (Intron) kullanılmıştır. Elektroforez işlemi 180 voltta ve yaklaşık 2 saat süreyle yapılmıştır. Daha sonra jellerin fotoğrafı UV görüntüleme sistemi (Vilber Lourmat- ECX-F26-M) yardımıyla çekilerek değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Tablo 1.** RAPD primer dizileri

**Table 1.** Sequences of RAPD primers

|    | Primer | Sekans (5'- 3') |
|----|--------|-----------------|
| 1  | GEN13  | ACGGTGCCTG      |
| 2  | GEN15  | GAGATCCGCG      |
| 3  | GEN19  | TGCAGCACCG      |
| 4  | GEN20  | CAGACACGGC      |
| 5  | GEN23  | GTGTAGGGCG      |
| 6  | GEN24  | CGGGTCGATC      |
| 7  | GEN27  | GAGACCTCCG      |
| 8  | GEN30  | TGCACGGACG      |
| 9  | GEN31  | TCCCTGTGCC      |
| 10 | GEN33  | GAGACGTCCC      |

## BULGULAR

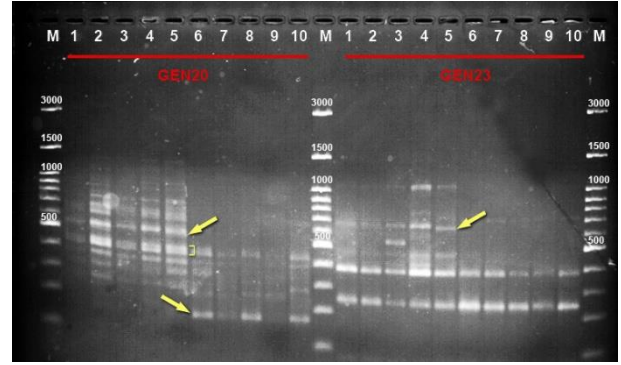
Çalışmada iki farklı DNA izolasyon yöntemi kullanılmıştır. Ticari kitle yapılan izolasyon sonucu elde edilen örneklerde, universal tuz izolasyon yöntemine göre nispeten daha az miktarda DNA elde edilmiştir. Uzun süre -20°C'de saklanan örneklerde tuzla yapılan izolasyon, kite göre daha iyi sonuç vermiştir. PZR için, MgCl<sub>2</sub> miktarı 2mM ve DNA için 0.2 ng/μL olan karışımda ve 48°C bağlanma sıcaklığında en optimum sonuçlar alınmıştır.

İki farklı tür olduğu gözlemlenen örneklerde 10 adet oligonükleotid primeri yardımıyla her bir populasyondan örneklenen 5'er bireye ait bant desenleri analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda toplam 343 adet RAPD bantı (140-1400 bp) elde edilmiştir (Tablo 2). GEN13 (8 bant), GEN19 (5 bant), GEN20 (9 bant), GEN23 (7 bant), GEN24 (9 bant), GEN27 (7bant), Gen30 (9 bant), GEN33 (10 bant) olmak üzere sırasıyla; 50, 28, 48, 37, 51, 43, 41 ve 45 adet RAPD genotipi elde edilmiştir. *Crassostrea* sp. örneklerinde, Avrupa istiridyesine göre daha fazla polimorfizm bulunmuştur (Tablo 3). Her iki tür için de polimorfizm GEN27 ve GEN30 (Şekil 6) lokuslarında görülmüştür. GEN19, GEN23, GEN24 ve GEN33 (Şekil 3, 4, 5 ve 7) sadece *Crassostrea* sp.'de polimorfik bant desenleri göstermiştir. GEN13 ve GEN20 (Şekil 3 ve 4) her iki türde ve GEN23, GEN24, GEN33 (Şekil 4, 5 ve 7) ise sadece *O. edulis*'te monomorfik bantlar vermiştir. GEN15 için her iki türde de yapılan PZR denemeleri sonucunda ürün elde edilememiştir. GEN31'de ise okunabilir net bantlar elde edilememiştir (Şekil 7).



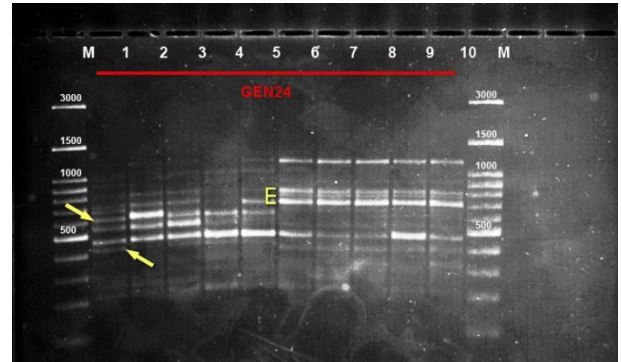
**Şekil 3.** *Crassostrea* sp. örnekleri (1, 2, 3, 4, 5), *O. edulis* örnekleri (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

**Figure 3.** The samples of *Crassostrea* sp. (1, 2, 3, 4, 5), The samples of *O. edulis* (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)



**Şekil 4.** The samples of *Crassostrea* sp. (1, 2, 3, 4, 5), the samples of *O. edulis* örnekleri (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

**Figure 4.** The samples of *Crassostrea* sp. (1, 2, 3, 4, 5), the samples of *O. edulis* (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)



**Şekil 5.** *Crassostrea* sp. örnekleri (1, 2, 3, 4, 5), *O. edulis* örnekleri (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

**Figure 5.** The samples of *Crassostrea* sp. (1, 2, 3, 4, 5), the samples of *O. edulis* (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

Elde edilen jel görüntülerine bakıldığında GEN13, GEN19, GEN20, GEN23, GEN24 ve GEN33 lokuslarının her iki türü ayırt etmede oldukça net bant desenleri verdiği görülmüştür.

GEN27 ve GEN30 lokuslarının ayırım gücünün daha düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6. *Crassostrea* sp. örnekleri (1, 2, 3, 4, 5), *O. edulis* örnekleri (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

Figure 6. The samples of *Crassostrea* sp. (1, 2, 3, 4, 5), the samples of *O. edulis* (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)



Şekil 7. *Crassostrea* sp. örnekleri (1, 2, 3, 4, 5), *O. edulis* örnekleri (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

Figure 7. The samples of *Crassostrea* sp. (1, 2, 3, 4, 5), the samples of *O. edulis* (6, 7, 8, 9, 10), 100 bp Ladder (M)

GEN13, GEN20, GEN24 ve GEN30 lokuslarında *Crassostrea* sp. için türe-spesifik toplam 11 adet bant belirlenmiştir (Tablo 4) (Şekil 3, 4, 5 ve 6). *O. edulis* için GEN20 ve GEN24 lokuslarında toplam 5 adet türe-özgü bant elde edilmiştir (Tablo 4) (Şekil 4 ve 5).

Tablo 2. Çalışma sonucu çoğaltılan bant büyüklük ve sayıları  
Table 2. Sizes and number of amplified bands on this study

| Primer | <i>Crassostrea</i> sp. |                   | <i>O. edulis</i> |                   |
|--------|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|        | Bant Sayısı            | Bant Aralığı (bp) | Bant Sayısı      | Bant Aralığı (bp) |
| GEN13  | 7                      | 200-790           | 3                | 160-310           |
| GEN15  | -                      | -                 | -                | -                 |
| GEN19  | 2-5                    | 270-960           | 2                | 270-460           |
| GEN20  | 7                      | 250-700           | 4                | 180-380           |
| GEN23  | 5-7                    | 245-1020          | 2                | 245-390           |
| GEN24  | 3-6                    | 420-800           | 5                | 310-1200          |
| GEN27  | 4-6                    | 260-930           | 4-5              | 140-500           |
| GEN30  | 4-7                    | 160-800           | 2-4              | 160-600           |
| GEN33  | 6-10                   | 200-1400          | 3                | 200-370           |

Tablo 3. Primerlere ait ortalama bant sayıları, polimorfik ve monomorfik bant oranları ve polimorfik bant oranları

Table 3. Average number of bands per primer, numbers of monomorphic/polymorphic fragments and the percentage of polymorphic bands

| Tür                    | Primer Başına Düşen Ort. Bant. Sayısı | Monomorfik Bant/ Polimorfik Bant | Polimorfik Bant (%) |
|------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| <i>Crassostrea</i> sp. | 27.25                                 | 67/151                           | 69.2                |
| <i>O. edulis</i>       | 15.625                                | 32/93                            | 25.6                |

Tablo 4. Türe-özgü diagnostik belirteçler

Table 4. Species-specific diagnostic markers

| Tür                    | Primer | RAPD belirteçleri (bp) |
|------------------------|--------|------------------------|
| <i>Crassostrea</i> sp. | GEN13  | 480, 530, 590, 680     |
|                        | GEN20  | 520, 600, 700          |
|                        | GEN24  | 420, 600               |
|                        | GEN30  | 600, 700               |
| <i>O. edulis</i>       | GEN20  | 180                    |
|                        | GEN24  | 450, 700, 750, 800     |

## TARTIŞMA VE SONUÇ

İstiridyelerde tür ayrımı, tür içi ve türler arası farklılıkların moleküler markerlerle tespitiyle ilgili dünyada pek çok çalışma yapılmaktadır (Klinbunga vd., 2000; Lam ve Morton, 2003; Crocetta vd., 2014). İstiridyelerin taksonomik olarak sınıflandırılmasında, sadece morfolojik ölçümlerle yapılan tanımlamalar, yetersiz kalmaktadır (David ve Savini, 2011). İstiridyelerin, yüksek oranda eko-morfolojik varyasyona sahip olmalarından dolayı, tür ve alt tür ayrımlarında genetik belirteçlere ihtiyaç duyulmaktadır (Hare ve Avise, 1998). Türkiye denizlerinde istilacı istiridye türleri yoğun olarak görülmektedir (Çınar vd., 2011), fakat bu türlerin moleküler düzeyde tanımlanması ile ilgili çalışmalar oldukça azdır (Acarlı vd., 2015b; Crocetta vd., 2015). Bu çalışmada istilacı bir tür ile yerel türün DNA parmak izleri, RAPD belirteçleri kullanılarak çıkartılmış ve karşılaştırılmıştır. RAPD markerleri, ele alınan türün genomu hakkında önceden bir bilgi mevcut olmadığında, genetik ayırt etmede ilk etapta ele alınabilecek çok kullanışlı belirteçlerdendir (Liua ve Cordesb, 2004). Analiz sonuçlarına göre 11 adet *Crassostrea* sp. ve 5 adet *O. edulis* için türe-özgü diagnostik toplam 16 adet bant tespit edilmiştir. Klinbunga vd. (2000) *C. belcheri*, *C. Iredalei*, *S. Cucullata* ve tanımlanamayan 2 grup *Crassostrea* sp. ve *Saccostrea* sp. için türe-özgü diagnostik 15 adet RAPD bantı tespit etmişler ve elde edilen sonuçlara göre bu taksonomideki genetik çeşitliliğin oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Sleem ve Ali (2008) tatlı su çift kabuklularında yaptıkları çalışmada, 13 adet rastgele RAPD primerinden 5 tanesinin okunabilir (1-3 bant) bantlar verdiğini ve RAPD belirteçlerinin filogenetik analizlerde kullanılabilecek oldukça kullanışlı bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Populasyon içi ve populasyonlar arası genetik çeşitliliğin ve mesafenin hesaplanması için polimorfik belirteçlere ihtiyaç

vardır. Aranishi ve Okimoto (2004) *Crassostrea gigas*'a ait iki ticari popülasyonda genetik mesafeyi RAPD yöntemiyle araştırmışlar ve ele aldıkları 46 primerden 5 tanesini polimorfik bulmuşlardır. Bu çalışmada ise *Crassostrea* sp. için ele alınan 8 primerden 6 tanesi, *O. edulis* içinse 2 tanesi polimorfik bulunmuştur. Lokal türdeki polimorfik bantların düşük bulunmasının sebebinin, *O. edulis*'in döllenme şekliyle kaynaklandığı düşünülmektedir. Polimorfizm genetik çeşitliliğin bir göstergesidir ve türün üreme özelliğinden doğrudan etkilenir (Lapégue vd., 2008). Bu çalışma, sonuçlarına göre ileride yapılacak çalışmaların planlanmasında referans olabilecek niteliktedir ve tespit edilen polimorfik belirteçler, her iki türü de ele alan popülasyon genetiği çalışmalarında faydalı olacaktır.

RAPD çalışmalarında MgCl<sub>2</sub>, DNA konsantrasyonu, primer bağlanma sıcaklığı ve dizilişleri, PZR ürünü elde edilmesini doğrudan etkilemektedir (Lee ve Chang, 1994). Ayrıca RAPD yönteminin bir laboratuvarında uygulandığı şekliyle, başka laboratuvarlarda tekrar edilebilirliğinin nispeten daha düşük olması, uygulanan protokolün tekrarlanarak çok iyi standardize edilmesini gerektirmektedir. RAPD yönteminde karşılaşılan sorunlar agaroz konsantrasyonu artırılarak veya poliakrilamid jel sistemleriyle giderilebilir (Oliveria vd., 2010). Atienzar vd. (2000) yüksek bağlanma sıcaklığı ve uygun PZR konsantrasyonu ile filogenetik olarak farklı gruplardan olan organizmaları, aynı primerlerle ayırt etmeye yarayan yüksek kaliteli RAPD profilleri elde edilebileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da PZR için optimizasyon yapılırken kullanılan DNA miktarı ve MgCl<sub>2</sub> azaltılmıştır. Bu sayede verimli bantlar elde edilmiştir.

Türkiye istiridyeye ve diğer çift kabukluların yetiştiriciliği açısından çok avantajlı bir konumda bulunmaktadır. Sürdürülebilir yetiştiricilik ve avcılık çalışmaları için Türkiye'deki denizlerde bulunan doğal popülasyonların sahip olduğu gen kaynaklarının korunması çok önemli bir konudur. Diğer taraftan İndo-Pasifik türler arasında ticari açıdan değerli olan türlerin de yetiştiricilik vb. ekonomik açıdan değerlendirilmesi söz

konusudur. Bu çalışmaların kontrollü bir şekilde yapılabilmesi için genetik markerlerden (DNA barkodlama, mikrosatellitler, AFLP, RFLP, RAPD vb.) destek alınması gerekmektedir. Marmara ve Ege denizlerinde Pasifik istiridyesi (*Crassostrea gigas*) ve Japon akivadesi (*Ruditapes philippinarum*) varlığı tespit edilmiştir (Acarlı vd., 2015a; Acarlı vd., 2015b). Bu çalışma ile Ege Denizi'nin kuzeyinde yer alan Altınoluk Körfezi'nde de dağılım gösteren ve *Crassostrea* genus'una ait olduğu düşünülen türün genetik olarak *O. edulis*'ten farklılık gösterdiği 8 adet RAPD markeriyle ortaya konmuştur. *Crassostrea* sp. gibi ekonomik önem taşıyan çift kabuklu türlerinin, larval aşamada tanımlanması, yetiştiriciliğe adapte edilmesi ve seleksiyon çalışmalarının yürütülmesinde moleküler markerlerin kullanımı gerekmektedir (Klinbunga vd., 2000; David ve Savini, 2011). Bu araştırmada optimize edilen RAPD-PZR yöntem bilgisi, polimorfik ve spesifik marker bilgileri sayesinde, çift kabuklu et ürünlerinin genetik olarak ayırt edilmesinde ve su kirliliği alanında biyo-marker belirleme çalışmalarında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Atienzar ve Jha. (2006) çalışmalarında RAPD belirteçlerinin biyo-marker olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada ele alınan belirteçlerin, ileride yapılacak olan yakın genoslara ait türlerin ayırılmasında ve popülasyon genetiği çalışmalarında başarılı bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale bir bölümü, XVIII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu'nda (1-4 Eylül, 2015) poster olarak sunulmuştur. Bu çalışma, Ege Üniversitesi Araştırma Fon Saymanlığı 2001/SUF/039 numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Araştırma kapsamında arazi çalışmalarının yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Altan Lök ve Arş. Gör. Aytaç Özgül'e ayrıca şekiller dizininin düzenlenmesindeki yardımlarından dolayı Yrd.Doç.Dr. Levent Yurga'ya teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Acarlı, S., Yıldız H., Gökçek Ö.E., Karahan, B., Lök, A., Vural, P., Gündüz, F. & Aydın, S. (2015a). Türkiye'de, Marmara, Ege ve Akdeniz Kıyılarındaki Yerli Akivades (*Ruditapes decussatus*) Popülasyonları ile İstilacı Japon Akivadesi Popülasyonlarının (*Ruditapes philippinarum*) Morfolojik ve Genetik Yapılarının İncelenmesi. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyum Kitabı (1-4 Eylül 2015, İzmir), 482 (Poster Sunum)
- Acarlı, S., Yıldız H., Gökçek Ö.E., Karahan, B., Lök, A., Vural, P., Gündüz, F. & Aydın, S. (2015b). Bandırma Körfezi İstiridyeye Popülasyonunu PCR Tabanlı Yöntemlerle İncelenmesi. 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyum Kitabı (1-4 Eylül 2015, İzmir), 483 (Poster Sunum)
- Aljanabi, S. M., & Martinez, I. (1997). Universal and rapid salt-extraction of high quality genomic DNA for PCR-based techniques. *Nucleic Acids Research*, 25(22): 4692-4693. doi: 10.1093/nar/25.22.4692
- Aranishi, F., & Okimoto, T. (2004). Genetic Relationship between Cultured Populations of Pacific Oyster Revealed by RAPD Analysis. *Journal of Applied Genetics*, 45: 435-443. doi: 10.1007/BF03194632
- Atienzar, F., Evenden, A. J., Savva, D. & Depledge, M. (2000). Optimized RAPD analysis generates High Quality genomic DNA profiles at high annealing temperature. *BioTechniques*, 28(1): 52- 53.
- Atienzar, F.A., & Jha, N.A. (2006). The random amplified polymorphic DNA (RAPD) assay and related techniques applied to genotoxicity and carcinogenesis studies: A critical review. *Mutation Research*, 613, 76- 102. doi: 10.1016/j.mrrev.2006.06.001
- Bilgen, G., Akhan, S., Arabacı, M., & Oğuz, İ. (2007). Genetic Diversity of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Broodstocks as Determined by RAPD-PCR. *The Israeli Journal of Aquaculture- Bamidgah*, 59 (4): 217- 233.
- Crocetta, F., Mariottini, P., Salvi, D., & Oliverio, M. (2015). Does GenBank provide a reliable DNA barcode reference to identify small alien oysters invading the Mediterranean Sea? *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(1): 111-122. doi: 10.1017/S0025315414001027
- Çınar, M.E., Bilecenoglu, M., Öztürk, B., Katağan, T., Yokeş, M.B., Aysel, V., Açık, S., Dağlı, E., Özcan, T. & Erdoğan, H. (2011). An updated review of

- alien species on the coasts of Turkey. *Mediterranean Marine Science*, 12(2): 257-315.
- David, D.C. & Savini, D. (2011). Molecular Approaches to Bivalve Population Studies: A Review. *Analele Științifice ale Universității, Alexandru Ioan Cuza*, Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară, TOM XII, 1-14.
- Doğan, A., Önen, M. & Öztürk, B. (2007). Ildır Körfezi (İzmir-Çeşme) Bivalvia (Mollusca) Faunası. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5 (5-8): 27-35.
- Farhadi, A., Farahmand, H., Mirvaghefi, A., & Khalili, B. (2011). A Genotoxicological Study in Persian Gulf on Rock Oyster (*Saccostrea cucullata*) using Micronuclei and RAPID Assays. *International Journal of Environmental Research*, 5(2): 567- 572.
- Gunter, G. (1950). The generic status of living oysters and scientific name of the common American species. *American Midland Naturalist*, 43 (2):438-449.
- Hare, M.P. & Avise, J.C. (1998). Population structure in the American oyster as inferred by nuclear gene genealogies. *Molecular Biology Evolution*, 15:119-128.
- İlhak, O.İ. & Arslan, A. (2007). Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA Yöntemiyle Kanatlı Etlerinde Tür Tayini. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 21 (4): 167-171.
- Klinbunga, S., Amparyup, P., Khamnamtong, N., Tassanakajon, A., Jarayabhand, P. & Yoosukh W. (2000). Molecular Genetic Markers for Taxonomy of Oysters in Thailand. *Fisheries Science*, 68(2): 1087-1090.
- Klinbunga, S., Ampayup, P., Tassanakajon, A., Jarayabhand, P. & Yoosukh, W. (2001). Genetic diversity and molecular markers of commercial oysters (Genera *Crassostrea*, *Saccostrea* and *Striostrea*) in Thailand determined by RAPD analysis. *Marine Biotechnology*, 3, 133-144. doi: [10.1007/s101260000057](https://doi.org/10.1007/s101260000057)
- Koh, M.C., Lim, C.H., Chua, S.B., Chew, S.T. & Phang, S.T.W. (1998). Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD ) fingerprints for identification of red meat animal species. *Meat Science*, 48, 275-285. doi:[10.1016/S0309-1740\(97\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00104-6)
- Lam, K. & Morton, B.(2003). Mitochondrial and morphological identification of a new species of *Crassostrea* (Bivalvia: *Ostreidae*) cultured for centuries in Peral river Delta, Hong- Kong, China. *Aquaculture* 228: 1-13.
- Lapègue S., Beaumont A., Boudry P., & Gouletquer P. (2008). European flat oyster – *Ostrea edulis*. *Genimpact final scientific report*, (s. 70-76).
- Lee, C.J. & Chang, G.J. (1999). Random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction (RAPD-PCR) fingerprints in forensic species identification. *Forensic Science International*, 67, 103-107.
- Liua, Z.J. & Cordesb, J.F. (2004). DNA marker technologies and their applications in aquaculture genetics. *Aquaculture*, 238, 1– 37. doi: [10.1016/j.aquaculture.2004.05.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.05.027)
- Lök, A. (2000). İstiridye Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikleri. T.C.Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ticari Balık Türlerinin Biyolojisi ve Yetiştirme Teknikleri Hizmet İçi Eğitim Seminer Eğitim Kitapçığı, Ankara: 102-121 (çağrılı bildirir)
- Oliveria, A.L.D., Da Silva, D., Manzano, B.C., Abdel-Hamid, A.Z., Marcelino, M.Y., Zanotti-Magalhães, E.M., Magalhães, L.A. & Ribeiro-Paes, J.T. (2010). Genetic differences between strains of *Biomphalaria glabrata* (Planorbidae) that are susceptible and unsuceptible to schistosomiasis. *Genetics and Molecular Research* 9 (3): 1450-1459. doi: [10.4238/vol9-3gmr821](https://doi.org/10.4238/vol9-3gmr821)
- Öztürk, B., Doğan, A., Bitlis-Bakır, B. & Salman, A. (2014). Marine molluscs of the Turkish coasts: an updated checklist. *Turkish Journal of Zoolgy*, 38, 832-879. doi: [10.3906/zoo-1405-78](https://doi.org/10.3906/zoo-1405-78)
- Rego, I., Martinez, A., Gonzalez-Tizon, A. G., Vieites, J., Leira, F. & Mendez, J. (2002). PCR Technique for Identification of Mussel Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1780-1784.
- Sleem, H.S. & Ali G.T. (2008). Application of RAPD-PCR in Taxonomy of Certain Freshwater Bivalves of Genus *Caelatura*. *Global Journal of Molecular Sciences*, 3 (1): 27- 31.
- Toro, J.E. & Gonzalez, C.P. (2009). The genetic structure of the Chilean oyster (*ostrea chilensis* Philippi, 1845) in natural populations of southern Chile on RAPDs analysis. *Revista de Biología Marina Oceanografía*, 44 (2): 467-476.
- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A. & Tingey, S.V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acids Research*, 18, 6531-6535.
- Yoosukh, W. & Duangdee, T. (1999). Living Oysters in Thailand. *Phuket. Thailand: Phuket Marine Biological Center*, 19: 363- 370.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

## Evaluation of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal as a replacer for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)

### Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yeminde soya küspesi yerine susam (*Sesamum indicum*) tohumu küspesinin değerlendirilmesi

Seval Dernekbaşı\* • İsmihan Karayücel • Ayşe Parlak Akyüz

University of Sinop, Faculty of Aquaculture and Fisheries, Department of Aquaculture 57000, Sinop, Turkey

\* Corresponding author: [sevalyaman@hotmail.com](mailto:sevalyaman@hotmail.com)

Received date: 20.07.2016

Accepted date: 29.11.2016

#### How to cite this paper:

Dernekbaşı, S., Karayücel, İ. & Parlak Akyüz, A. (2017). Evaluation of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal as a replacer for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 31-39. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.05

**Abstract:** A 60-day feeding trial was conducted to assess the potential nutritive value of sesame seed meal as a dietary replacement for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). All diets were prepared to be isonitrogenous (49% protein), isolipidic (19% lipid) and isoenergetic (22 kJ g<sup>-1</sup>). Four different diets containing 0% (C), 10% (10SSM), 15% (15SSM) and 20% (20SSM) sesame seed meal were formulated for rainbow trout with a mean weight of 81.02±0.02 g and fish were hand fed twice a day to apparent satiety under a natural light regime. At the end of study, significant differences were found in final body weight, weight gain and specific growth rate (SGR, %) between control group (C) and the experimental groups (p<0.05). While there were no significant differences between the experimental groups in terms of feed conversion ratio (FCR) and protein efficiency rate (PER) (p>0.05), Apparent Net Protein Retention (ANPR) differed significantly between C and 10SSM and 15SSM and 20SSM groups (p<0.05). The moisture, protein, lipid and ash contents in the body composition of the fish increased in all experimental groups. The moisture, lipid and ash content were not significantly differed among the groups (p>0.05) but protein contents of fish in 15SSM and 20SSM groups was significantly higher than fish in control and 10SSM groups (p<0.05). There were also no differences in the digestibility of crude protein among groups (p>0.05). Comparable performance in growth, nutrient utilization and crude protein deposition of rainbow trout fed by diet containing 15% sesame seed meal showed that these meals could be used as this rate.

**Keywords:** Alternative plant protein source, amino acids, growth

**Öz:** 60 günlük besleme denemesi, gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) diyetlerinde soya küspesi yerine susam tohumu küspesinin potansiyel besleme değerini değerlendirmek için yapılmıştır. Tüm diyetler izonitrojenik (%49 protein), isolipidik (% 19 yağ) ve isoenerjik (22 kJ g<sup>-1</sup>) olarak hazırlanmıştır. %0 (C), %10 (10SSM), %15 (15SSM) ve %20 (20SSM) susam tohumu küspesi ihtiva eden dört farklı diyet ortalama ağırlığı 81.02 ± 0.02 g olan gökkuşluğu alabalıkları için formüle edilmiştir ve balıklar doğal ışık rejimi altında görülebilir tokluğa ulaşmaya kadar günde iki kez elle beslenmiştir. Çalışmanın sonunda, kontrol (C) ve diyet grupları arasında final vücut ağırlığı, ağırlık kazancı ve spesifik büyüme oranında (SGR,%) önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0.05). Yem dönüşüm oranı (FCR) ve protein etkinlik oranı (PER) açısından deney grupları arasında anlamlı bir fark yokken (p>0.05), Görünen Net Protein Tutumu (ANPR) bakımından C-10SSM ve 15SSM-20SSM grupları arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir (p <0.05). Balıkların vücut kompozisyonundaki nem, protein, lipid ve kül içerikleri tüm deneme gruplarında artmıştır. Nem, yağ ve kül miktarı bakımından farklılıklar gruplar arasında önemli bulunmamıştır (p> 0.05), fakat 15SSM ve 20SSM diyetleriyle beslenen balıkların protein içerikleri C ve 10SSM diyetleriyle beslenen balıklardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.05). Gruplar arasında ham protein sindirilebilirlik oranında önemli farklılık tespit edilmemiştir (p>0.05). %15 susam tohumu küspesi içeren diyetle beslenen gökkuşluğu alabalıklarının büyüme, besin kullanımı ve ham protein birikimindeki performans karşılaştırıldığında, susam tohumu küspesinin bu oranda kullanılabileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Alternatif bitkisel protein kaynağı, aminoasitler, büyüme

## INTRODUCTION

Given the current rapid development of fish farming in the world, intense future competition for limited global supplies of fish meal is expected (Sargent and Tacon, 1999). As a strategy to reduce the risk, the identification, development and use of alternatives to fish meal in aquafeeds remain in high priority

(Hardy, 2008). Soybean meal is one of the most nutritious of all plant protein sources (Lowell, 1988). Due to its high protein content, high digestibility and relatively well balanced amino acid profile, it is widely used as feed ingredient for many aquaculture species (Storebakken et al., 2000). It is currently

the most commonly used plant protein source in fish feed (El-Sayyed, 1999). Lim and Akiyama (1992) reported that soybean products have been used to replace a significant portion of fish meal in fish feed with nutritional, environmental and economic benefits. However, soybean meal is expensive (Brown, 2008) and wider utilization and availability of this conventional source for fish feed is limited by increasing demand for human consumption and by other animal feed industries (Siddhuraju and Pecker 2001; Fakunle et al., 2013). Therefore, the use of less expensive and easily available plant protein sources are needed to reduce dependence on fish meal and soybean meal as the fundamental protein sources for aquatic animal diets without reducing the nutritional quality of feeds (Reigh 2008; Barros et al., 2002).

Sesame seed (*Sesamum indicum* L.) is an important source of oil and composed of about 47.8-52.2% oil, 26.9-25.8% protein and 4.7-5.6% ash. In the sesame oil industry, sesame seed is used as the raw material for oil extraction, either using organic solvents or by mechanical pressing. The sesame seed meal is a by-product after oil extraction. The extraction of oil has led to increased protein content of defatted sesame seed meal (Onsaard et al., 2010). This meal can be used as a protein source ingredient in the food industry (Onsaard, 2012). Sesame seed meal was represented as a source of plant protein replacing soybean meal in fish diets to reduce the feed costs by Tacon (1993).

In fish feeding, sesame seed meal tested as a plant protein supplement in livestock feed such as broiler chicken (Rama Roa et al., 2008) and in fish species such as *Clarias gariepinus* (Jimoh and Aroyehun, 2011), *Cyprinus carpio* (Hasan et al., 1997), *Huso huso* (Jahanbakhshi et al., 2012) and *Labeo rohita* (Mukhodadhyay, 2001). However, information about performance of sesame seed meal on fish is still limited. The purpose of the present study was to evaluate the effect of replacing soybean meal with graded levels of sesame seed meal without amino acid supplementation as a potential plant protein source in the diets of the rainbow trout.

## MATERIALS AND METHODS

### Fish and experimental conditions

The feeding trial was conducted at an indoor facility of the Faculty of Fisheries, University of Sinop (Sinop, Turkey). Experimental rainbow trout were obtained from a commercial trout farm (Kuzey Su Urunleri Inc.) in Samsun, Turkey. Fish were stocked in centrally drained three 1000 l rectangle fiberglass tanks in a flow-through water system in an indoor facility and acclimated for two weeks under experimental conditions prior to the experiment. During acclimation, the fish were fed with a commercial trout feed (Black Sea Feed) twice a day to apparent satiation. After acclimatization, fish (mean weight of  $81.02 \pm 0.02$  g) were fasted for a day, weighted and randomly distributed to twelve fiberglass circular tanks (approximately, water volume of 300-L; 60 cm in high; 80 cm in diameter) at a density of 19 fish per tank. Water flow rate was adjusted to  $4 \text{ L min}^{-1}$  and supplemental aeration was provided

via airstone diffusers. The water quality parameters were monitored on weekly basis and average temperature, dissolved oxygen and pH were  $14.95 \pm 0.07^\circ\text{C}$ ,  $9.09 \pm 0.04 \text{ mg}^{-1}$  and 7.23. Five fish from each tank were removed for homogenization and fillet samples were analyzed at the end of the study.

### Experimental diets

Sesame seed meal was obtained from a commercial firm (Filiz Şekerleme ve Gıda Inc., Samsun, Turkey). The rest of the ingredients were provided by a local fish feed manufacturer (Sibal Inc., Black Sea Feed, Sinop, Turkey). The experiment feeds containing sesame seed meal was prepared by chancing with different ratios of soybean meal. Four experimental diets containing 0% (Control diet; C), 10% (10SSM), 15% (15SSM) and 20% (20SSM) sesame seed meal were formulated. All diets were prepared to be iso-nitrogenous (49% protein), iso-lipidic (19% lipid) and iso-energetic ( $22 \text{ kJ g}^{-1}$ ). When the diet was formulated, fish oil rates added by taking into account of the amount of oil from raw materials. Formulation and chemical composition of experimental diets were summarized in Table 1. Amino acid composition of the experimental diets were shown in Table 2. Chromic oxide ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) was submitted in the diets as an indicator at a concentration of 0.5% to assess the apparent digestibility of the diets. Feed ingredients were thoroughly mixed, homogenized, moistened by the addition of 35% water and pelleted (4.0 mm) in a mincing machine. The pellets were dried at  $50^\circ\text{C}$  for 8 h, cut into pieces approximately 5 mm in length. Amino acid composition of experimental diet and fillet were analysed in triplicate following acid hydrolysis using pressure liquid chromatography (Agilent 1100 Series HPLC System) on a dry weight basis (Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey) (Arrieta and Prats-Moya, 2012). All feeds were stored at  $-40^\circ\text{C}$  in plastic bags until need for feeding.

### Feeding and faecal collection

The study was conducted in triplicates in a randomly assigned tanks. During the trial, fish in all groups were fed by hand ad libitum twice a day (at 09:00 am and 16:00 pm) for 60 days. All possible care was taken during feeding so that no uneaten feed settled on the tank bottoms. Feed for each tank was weighed daily to a constant amount (100 g) and feed consumption in each tank was determined by subtracting unconsumed feed from the ration. Tanks were thoroughly cleaned after each feeding. Starting on day 7 of the experiment, faecal matter was collected after each feeding by slow siphoning with an 8-mm plastic tube. There were no fecal collections made on weekends. Faecal samples were immediately frozen and stored at  $-40^\circ\text{C}$  pending analysis.

### Chemical analyses

The analyses of chemical composition of feed ingredients, experimental diets, fish samples and faeces were performed by the standard methods of AOAC (1995). Dry matter was determined after drying at  $105^\circ\text{C}$  to constant weight; further analyses included: crude protein (Kjeldahl method; acid

digestion; Nx6.25); crude lipid (after extraction with petroleum ether, Soxhlet method) and crude ash (at 550°C in muffle furnace for 6 h). Chromic oxide in the diet and feces was determined spectrophotometrically according to [Petry and Rapp \(1970\)](#). Apparent protein digestibility coefficients were calculated as  $ADC (\%) = 100 - [100 (\% Cr_2O_3 \text{ in diet} / \% Cr_2O_3 \text{ in faeces}) \times (\% \text{ nutrient in faeces} / \% \text{ nutrient in diet})]$  as per [Degani \(2006\)](#). ADC of dry matter (%) =  $100 - [100 (\% Cr_2O_3 \text{ in diet} / \% Cr_2O_3 \text{ in faeces})]$  as per [De Silva and Anderson \(1995\)](#). Gross energy of the diets was estimated assuming 23.6 kJ/g protein, 39.5 kJ/g lipid and 17 kJ/g nitrogen free extracts. All analyses were done in triplicate.

### Statistical analysis

Anderson-Darling and Levene's tests were used for homogeneity of variances and equality of variance of groups, respectively. The significance of differences in growth between control and experimental groups were analyzed using one-way ANOVA, followed by Tukey's method for multiple comparisons. Arcsine square root transformations of percentage data were conducted to achieve homogeneity of variances before statistical analysis. Differences were considered significant when  $p < 0.05$ . Analyses were performed using the program Minitab 17 for Windows.

## RESULTS

### Chemical and amino acid compositions of experimental diets

Nutrient composition of the feed ingredients was shown in [Table 1](#). The chemical composition of the experimental diets containing 0, 10, 15, 20% sesame seed meal was presented in [Table 2](#). The essential amino acid profile of the diets meets the requirements for rainbow trout ([NRC, 1993](#)). The total essential amino acid composition of the C and 15SSM groups was higher than 10SSM and 20SSM groups ([Table 3](#)).

**Table 1.** Nutrient composition of the feed ingredients (as % dry matter)

| Feed Ingredients | Parameter |               |             |           |
|------------------|-----------|---------------|-------------|-----------|
|                  | Moisture  | Crude protein | Crude lipid | Crude ash |
| Fish meal        | 9.20      | 73.12         | 13.7        | 9.75      |
| Soybean meal     | 11.58     | 46            | 3.21        | 5.82      |
| Sesame seed meal | 9.40      | 31            | 36          | 8.90      |
| Corn protein     | 9.86      | 58.5          | 1.93        | 2.89      |

**Table 2.** Formulation and chemical compositions of the control and experimental diets

| Ingredients (g kg <sup>-1</sup> )               | Experimental diets |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|
|                                                 | C                  | 10SSM | 15SSM | 20SSM |
| Fish meal                                       | 350                | 350   | 350   | 350   |
| Extracted soybean meal                          | 270                | 200   | 170   | 140   |
| Wheat flour                                     | 101.5              | 101.5 | 101.5 | 101.5 |
| Corn protein                                    | 160                | 160   | 160   | 160   |
| Sesame seed meal                                | 0                  | 100   | 150   | 200   |
| Fish oil                                        | 110                | 80    | 60    | 40    |
| Vitamin premix(*)                               | 2                  | 2     | 2     | 2     |
| Mineral premix(*)                               | 1.5                | 1.5   | 1.5   | 1.5   |
| Chromic oxide (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 5                  | 5     | 5     | 5     |
| <i>Proximate Composition (%)</i>                |                    |       |       |       |
| Moisture                                        | 4.19               | 5.26  | 5.36  | 5.19  |
| Protein                                         | 49.53              | 48.95 | 49.60 | 49.03 |
| Lipid                                           | 19.40              | 19.80 | 19.65 | 20.36 |
| Ash                                             | 7.00               | 7.50  | 7.99  | 7.96  |
| NFE+Crude fiber <sup>1</sup>                    | 19.88              | 18.49 | 17.40 | 17.46 |
| Gross energy(kJ g <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>  | 22.73              | 22.52 | 21.84 | 22.58 |

\* Per kg feed: Vitamin A 12500 IU; Vitamin D3 2500 IU; Vitamin C 250 mg; Vitamin K3 10 mg; Vitamin B1 10 mg; Vitamin B2 20 mg; Vitamin B6 15 mg; Vitamin B12 0.03 mg; Niacin 200 mg; Biotin 1 mg; Folic acid 10 mg; Pantothenic acid 60 mg; Ca 1000mg; Magnesium 600 mg; Potassium 450 mg; Zinc 90 mg; Manganese 12 mg; Cu 5 mg

<sup>1</sup>NFE+Crude fiber=100-(%protein+ %lipid+ %ash+ %moisture)

<sup>2</sup>Gross energy is calculated according to 23.6 kJ g<sup>-1</sup> protein, 39.5 kJ g<sup>-1</sup> lipid and 17 kJ g<sup>-1</sup> NFE

**Table 3.** Amino acid composition of the experimental diets (g/100g dry weight)

| <b>Essential Amino Acids<br/>(EAA, g/100g)</b>  | <b>Diet Groups</b> |              |              |              |
|-------------------------------------------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                 | <b>C</b>           | <b>10SSM</b> | <b>15SSM</b> | <b>20SSM</b> |
| Histidine                                       | 1.83               | 2.28         | 1.90         | 1.84         |
| Isoleucine                                      | 2.04               | 1.70         | 1.99         | 1.84         |
| Leucine                                         | 4.50               | 3.51         | 4.40         | 4.06         |
| Lysine                                          | 2.43               | 1.71         | 1.18         | 1.89         |
| Methionine                                      | 0.84               | 0.59         | 0.76         | 0.60         |
| Phenylalanine                                   | 2.31               | 1.80         | 2.23         | 2.11         |
| Threonine                                       | 2.51               | 2.85         | 2.43         | 2.16         |
| Valine                                          | 1.18               | 1.02         | 2.48         | 1.21         |
| Total EAA                                       | 17.64              | 15.46        | 17.37        | 15.71        |
| <i>Non-essential amino acids (NEAA, g/100g)</i> |                    |              |              |              |
| Alanine                                         | 3.44               | 3.37         | 3.18         | 3.27         |
| Aspartic acid                                   | 5.73               | 5.89         | 5.37         | 5.37         |
| Glutamic acid                                   | 9.84               | 7.40         | 8.56         | 8.94         |
| Glycine                                         | 2.59               | 3.63         | 2.55         | 2.57         |
| Serine                                          | 2.53               | 5.33         | 3.11         | 2.51         |
| Tyrosine                                        | 1.99               | 1.81         | 2.05         | 1.88         |
| Total NEAA                                      | 26.12              | 27.43        | 24.82        | 24.54        |

**Growth performance**

The fish accepted all experimental diets and no mortalities occurred during the study. There was a difference in feed intake among groups. Increasing levels of sesame seed meal had significant effect on final body weight (FBW), weight gain (WG) and specific growth rate (SGR) ( $p < 0.05$ ) (Table 4). The best

FBW, WG and SGR were determined in C and 15SSM groups. However, feed conversion rate (FCR) and protein efficiency rate (PER) were not effected by the use of sesame seed meal among experiment groups ( $p > 0.05$ ). Apparent Net Protein Retention (ANPR, %) was statistically significant between C and 10SSM and 15SSM and 20SSM groups ( $p < 0.05$ ). The highest ANPR was obtained in 15SSM and 20SSM groups.

**Table 4.** Growth performance, feed efficiency parameters of rainbow trout fed by the experimental diets\*

| <b>Parameters</b>            | <b>C</b>                  | <b>10SSM</b>              | <b>15SSM</b>              | <b>20SSM</b>             |
|------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Initial body weight (g)      | 80.98±0.14 <sup>a</sup>   | 80.98±0.17 <sup>a</sup>   | 81.05±0.11 <sup>a</sup>   | 80.98±0.06 <sup>a</sup>  |
| Final body weight (g)        | 210.89±3.28 <sup>a</sup>  | 185.83±10.97 <sup>b</sup> | 202.16±13.49 <sup>c</sup> | 190.95±7.54 <sup>b</sup> |
| Weight gain (g) <sup>1</sup> | 129.91±13.29 <sup>a</sup> | 104.52±10.80 <sup>b</sup> | 121.56±13.54 <sup>c</sup> | 110.00±7.56 <sup>b</sup> |
| FCR <sup>2</sup>             | 1.03±0.02 <sup>a</sup>    | 1.10±0.06 <sup>a</sup>    | 1.11±0.05 <sup>a</sup>    | 1.11±0.04 <sup>a</sup>   |
| SGR (%) <sup>3</sup>         | 1.71±0.02 <sup>a</sup>    | 1.48±0.10 <sup>b</sup>    | 1.63±0.13 <sup>c</sup>    | 1.53±0.07 <sup>b</sup>   |
| PER <sup>4</sup>             | 2.54±0.05 <sup>a</sup>    | 2.50±0.11 <sup>a</sup>    | 2.35±0.11 <sup>a</sup>    | 2.42±0.13 <sup>a</sup>   |
| ANPR (%) <sup>5</sup>        | 36.03±0.96 <sup>a</sup>   | 36.13±1.03 <sup>a</sup>   | 38.26±1.82 <sup>b</sup>   | 38.61±0.76 <sup>b</sup>  |

\*Values are the mean±SEM of triplicate groups (five fish for each group). Different superscripts within the row denote significant differences ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup> WG, Weight gain(g)= final weight- initial weight

<sup>2</sup> FCR, Feed conversion rate = total diet fed (g) /total weight gain (g)

<sup>3</sup> SGR, Specific growth rate (%)= [(ln final wet weight - ln initial wet weight)/days] x 100

<sup>4</sup> PER, Protein efficiency rate = weight gain (g)/protein intake (g)

<sup>5</sup> ANPR, Apparent Net Protein Retention (%)=[(final weight in g x final weight protein in %)-(initial weight in g x initial body protein in %)/protein intake in g]x100

**Table 5.** Chemical composition of fillet of rainbow trout fed by the experimental diets (% wet weight)\*

| Parameters   | Initial                 | C                       | 10SSM                   | 15SSM                   | 20SSM                   |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Moisture (%) | 76.07±0.09 <sup>a</sup> | 75.07±0.52 <sup>b</sup> | 74.97±0.37 <sup>b</sup> | 75.43±0.09 <sup>b</sup> | 75.24±0.13 <sup>b</sup> |
| Protein (%)  | 10.52±0.16 <sup>a</sup> | 18.34±0.19 <sup>b</sup> | 18.28±0.18 <sup>b</sup> | 21.06±0.29 <sup>c</sup> | 20.77±0.21 <sup>c</sup> |
| Lipid (%)    | 3.39±0.01 <sup>a</sup>  | 3.64±0.10 <sup>a</sup>  | 4.26±0.21 <sup>a</sup>  | 3.37±0.10 <sup>a</sup>  | 3.95±0.14 <sup>a</sup>  |
| Ash (%)      | 1.49±0.02 <sup>a</sup>  | 1.64±0.01 <sup>b</sup>  | 1.67±0.04 <sup>b</sup>  | 1.72±0.03 <sup>b</sup>  | 1.71±0.05 <sup>b</sup>  |

\*Values are the mean±SEM of three replicates (five fish from each group were pooled). Different superscripts within the row denote significant differences ( $p < 0.05$ )

#### Chemical and amino acid composition of fillet

The moisture, lipid and ash contents of fish were not influenced by increasing sesame seed meal percentages in the diets (Table 6). There were no differences among the groups ( $p > 0.05$ ), but protein contents of fish in 15SSM and 20SSM groups was significantly higher than C and 10SSM groups ( $p < 0.05$ ). The amino acid composition of the fillet from rainbow trout fed by experimental diets was shown in Table 7.

#### Apparent digestibility of dry matter and protein

ADCprotein values were similar in C, 10SSM, 15SSM and 20SSM groups, but it was the highest in C (Table 5). There were no significant differences in the digestibility of protein among the experimental groups ( $p < 0.05$ ). ADCdry matter was significantly higher in C (%86.11) than in 10SSM, 15SSM and 20SSM groups ( $p > 0.05$ ).

**Table 6.** Apparent digestibility coefficients (ADCs) of dry matter and protein of experimental diets with varying sesame seed meal contents (%)\*

| Parameters        | Diet Groups             |                         |                         |                         |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                   | C                       | 10SSM                   | 15SSM                   | 20SSM                   |
| Dry matter (%)    | 86.11±0.48 <sup>a</sup> | 80.58±0.71 <sup>b</sup> | 80.96±0.38 <sup>b</sup> | 80.52±2.13 <sup>b</sup> |
| Crude Protein (%) | 93.63±0.92 <sup>a</sup> | 90.98±1.32 <sup>a</sup> | 91.45±0.43 <sup>a</sup> | 91.29±1.36 <sup>a</sup> |

\*Values are the mean±SEM of triplicate groups (15 fish for each group). Different superscripts within the row denote significant differences

**Table 7.** Amino acid composition of fillet from rainbow trout fed by experimental diets (g/100g dry weight)\*

| Essential Amino Acids<br>(EAA, g/100g)   | Diet Groups |       |       |       |       |
|------------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
|                                          | Initial     | C     | 10SSM | 15SSM | 20SSM |
| Histidine                                | 1.92        | 2.68  | 2.66  | 3.04  | 2.94  |
| Isoleucine                               | 3.69        | 2.60  | 3.03  | 3.77  | 3.58  |
| Leucine                                  | 7.33        | 6.73  | 6.70  | 8.10  | 8.15  |
| Lysine                                   | 3.01        | 7.55  | 5.94  | 5.73  | 4.87  |
| Methionine                               | 2.68        | 2.06  | 2.09  | 2.18  | 2.16  |
| Phenylalanine                            | 3.49        | 2.92  | 3.08  | 3.70  | 3.89  |
| Threonine                                | 5.03        | 3.55  | 4.58  | 5.02  | 5.35  |
| Valine                                   | 2.59        | 2.32  | 2.18  | 2.62  | 2.35  |
| Total EAA                                | 29.74       | 30.41 | 30.26 | 34.16 | 33.29 |
| Non-essential amino acids (NEAA, g/100g) |             |       |       |       |       |
| Alanine                                  | 5.95        | 5.29  | 4.91  | 5.52  | 5.46  |
| Aspartic acid                            | 12.45       | 7.25  | 8.47  | 10.67 | 10.67 |
| Glutamic acid                            | 12.45       | 7.25  | 8.47  | 10.67 | 10.67 |
| Glycine                                  | 3.14        | 4.49  | 3.86  | 4.11  | 3.92  |
| Serine                                   | 3.47        | 3.43  | 3.25  | 4.19  | 4.17  |
| Tyrosine                                 | 3.18        | 2.94  | 2.99  | 3.79  | 3.89  |
| Total NEAA                               | 40.64       | 30.65 | 31.95 | 38.95 | 39.08 |

\*Values are the mean±SEM of triplicate groups (five fish for each group)

## DISCUSSION

The present study was aimed to determine the appropriate ratio of sesame seed meal as a replacer for soybean meal in rainbow trout diet by comparing the effect of sesame seed meal at different ratios on the growth, chemical composition, amino acid content and protein digestion. Some studies showed that alternative vegetable protein sources (soy, canola, sunflower, safflower, nuts, peanut) could be used in the diets of some fish species like yellow perch (*Perca flavescens* in Sindelar, 2014), Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* in Gabor, 2006), the African catfish (*Clarias gariepinus* in Sanz et al., 1994), carp (*Cyprinus carpio* in Atalayoğlu and Cakmak, 2010) and Mozambique tilapia fries (*Oreochromis mossambicus* in Yıldırım et al., 2014). Similarly, Sanz et al. (1994), Yiğit et al. (2012), Ustaoglu Tiril and Kerim (2015) and Bilgin et al., (2007) reported that vegetable protein sources used in the diets (soy, canola, safflower, nuts) of rainbow trout have no negative impact on growth.

In this research, final body weight and ve weight gain of 10SSM and 20SSM groups were lower than C and 15SSM groups. The reduction in growth parameters recorded at the inclusion of sesame seed meal in the diet of rainbow trout could be due to dietary amino acid profile imbalance and presence of antinutritional factors in test ingredient (sesame seed). Sesame seed contains high amount of oxalate and phytic acid (Francis et al., 2001). Additionally, Francis et al. (2001) stated that the lowered growth performance of fish fed by sesame diets containing high phytate can be attributed to various factors, namely reduced bio-availability of minerals, impaired protein digestibility by formation of phytic acid-protein complexes and depressed absorption of nutrients due to damage to pyloric caeca region of the intestine. In the current experiment, while the total essential amino acid contents of C and 15 SSM groups were almost equal, the total essential amino acid contents of 10SSM and 20SSM groups were lower. A reduction in the growth of rainbow trout fed without any amino acid supplement is thought to be the cause of amino acid deficiency in the diet.

Not much studies were available for determining sesame seed meal ratio in fish feed. In these limited research, it was reported that the growth performance and the body composition of rainbow trout was not affected by replacing fish meal with sesame seed meal up to 39% (Nang Thu et al, 2011) and 20% (Emadi et al., 2014). Fabrengo et al. (2010) reported that sesame seed meal of 15% instead of fish meal in the African catfish diet could be used successfully without causing any decline in the growth. Jahanbakhshi et al. (2012) indicated that the substitution compliance of sesame seed meal and corn gluten could be between 16-48% for beluga (*Huso huso*) fingerlings. Generally accepted usage rates of the vegetable protein source identified for rainbow trout are 20% soybean meal (Teles et al., 1994), 56 g/kg concentrated potato protein (Xie and Jokumsen, 1998), 10% cotton seed meal (Cheng and Hardy, 2002), 20% canola and pea flour (Thiessen et al., 2003), 20% rice protein concentrate (Palmeiano et al., 2006), 30%

lupine flour (Glencross et al., 2008) and 20% safflower meal (Ustaoglu Tiril and Kerim, 2015).

The difference between control and treatment groups in terms of SGR was statistically significant ( $p < 0.05$ ) in this study. While the highest SGR was in C and 15SSM groups, SGR obtained from the other groups were lower. The cause of this decrease is believed to be derived from a decrease in the amount of essential amino acids in the diet. El-Sayed (1987) reported that groups were fed by sesame seed meal showed lower performance in the growth rate in the usage of sesame seed meal instead of casein/gelatin as a replacement in tilapia fry and supplementation of lysine and zinc increased the growth rates. Mukhopadhyay and Ray (1999) indicated that the best growth performance was obtained in the group fed by synthetic lysine, cystine and methionine supplementation using mustard meal with sesame seed meal and synthetic lysine, cystine and methionine supplementation instead of fish meal in Indian carp fry. The increased incorporation ratio of mucuna seed meal (*Mucuna puriens* var. utilis) with different percentage (10, 20, 30 and 40%) brought a decline in the growth rate in carp (Siddhuraju and Becker, 2001).

In the present study, sesame seed meal ratio in feed significantly affected the feed intake ( $p < 0.05$ ). Lower feed consumption was observed in the groups fed by the diet containing sesame seed meal than control group. This situation was supported by the studies of Nang Thu et al. (2007) which shows that the participation of lysine to the vegetable originated diet increased the food intake and Deng et al. (2011) which reported that participation of lysine to the diet significantly increased the total feed consumption of carp. Feed conversion ratio (FCR) related with consumed feed amount and gained live weight of fish is an important parameter affecting producers' operating costs. FCR was not affected by increasing ratio of sesame seed meal in diet according to the studies of Emadi et al. (2014) in rainbow trout, Fagbenro et al. (2010) and Enyidi et al. (2014) in African catfish. Similarly, in the present study, increasing sesame seed meal ratio up to 20% in the diet did not affect the feed conversion ratio which was between 1.03 and 1.11. Unlike these studies, Palmeiano et al. (2006) indicated that increasing rice protein concentrate meal (RPCM) ratio (0, 20, 35 and 53%) in rainbow trout diet affected FCR. While better FCR was obtained in the group fed by diet containing 20% RPCM compared to the control group, FCRs of the other two groups were higher than the control and the group fed by diet containing 20% RPCM.

According to the present study there was no significant differences between the groups in terms of protein efficiency rate (PER) ( $p > 0.05$ ). Similarly, Emadi et al. (2014) stated that increased rate of sesame seed meal did not influence PER ratio (1.72-2.55) in rainbow trout. Enyidi et al. (2014) reported that added sesame seed meal ratio to the diet did not provide any negative impact, quite the contrary, it gave quite good results. PER ratio (2.87-2.59) was slightly affected by rising sesame seed meal up to 52% in diet (Nang Tu et al., 2011), while increasing sesame seed meal to the ratio of 45% in African

catfish decreased the PER ratio to  $0.93 \pm 0.15$  (Fagbenro et al., 2010). In these studies, a decrease in PER value is an expected situation with increasing levels of sesame seed meal in the diet. Because reduced growth rate in the groups fed by diet including 30% and 45% of sesame seed meal was reported (Fagbenro et al., 2010; Namg Tu et al., 2011; Enyidi et al., 2014) and reduced growth is an indicator for underutilization of protein in feed. The reason for the differences seen between these researches could be explained by the amount and quality of fish meal contained in the diet, protein: energy ratio of the diet and also differences of the protein quality of sesame seed meal used in the diet. Received protein by diet is an important energy source for the fish. Fish provides energy needs mostly from fats and carbohydrates between protein and energy. The protein primarily was used for protein synthesis.

The sesame seed meal ratio in the diet affected the amount of protein retained in fish. At the end of the study, while the lowest protein amounts were obtained in 10SSM and C groups, the highest protein amounts were obtained in 20SSM and 15SSM groups. In parallel, the apparent net protein retention (ANPR) were higher in 15SSM and 20SSM groups than the C and 10SSM groups. While the values obtained in this study showed similarity with the study of Emadi et al. (2014) who determined the crude protein rate of fish fillet as 24.2% in the group fed by diet containing 20% sesame seed meal, they were higher than the studies of Mukhopadhyay and Kay (1999), Jimoh et al. (2014) and Jimoh and Aroyehun (2011) who detected it as between 8.01 and 8.90%, 17.42 and 17.70%, 13.7 and 13.9%, 16.00 and 16.86%, respectively.

The highest average crude lipid ratios were between  $3.37 \pm 0.10\%$  and  $4.26\% \pm 0.21$ . While the highest lipid ratio was obtained in 10SSM group, there was a decrease in the crude lipid of fish fillet in 15SSM and 20SSM groups. While the values obtained from the study showed similarity with the study of Mukhopadhyay and Kay (1999) who determined the crude lipid rates of fish fillet as 4.29 to 5.24%, they were lower than the studies of Emadi et al. (2014), Jimoh et al. (2014) and Mohanta et al. (2007) who detected the crude lipid rates of fish fillet as 7.4%, between 5.73 and 5.87% and between 6.5 and 6.7%, respectively. In the above-mentioned studies, a visible reduction occurred in the crude lipid of fish fillet with increasing amount of sesame seed meal in the diet but the differences were not statistically significant ( $p > 0.05$ ).

Considering the amount of essential amino acids in fish fillet at the end of the study, the highest lysine amount was in the control group and the increasing level of sesame seed meal in the diet resulted decreased lysine amount. The lowest lysine amount was in 20SSM group. Methionine in all groups were almost at the same rate. The highest total essential amino acid

amount was in 15SSM group. Emadi et al. (2014) reported that while the lysine amount was 2.38% in the group fed by the diet containing 20% sesame seed meal, which showed the best growth rate, comparing the control group (2.50%), the methionine amount of 1.53% in the same group was equal to the control group in rainbow trout.

The importance of the origin of the nutrients given to the fish as well as digestion rate of nutrients is great in aquaculture practice. Food digestion is important in terms of reducing production costs as it is effective on the development of the most appropriate way and as soon as possible time in the livings. Considering the values regarding to the digestibility of nutrients in the study, it was changed between 93.63 and 90.98% and differences between groups were not significant ( $p > 0.05$ ). In the parallel line of the present study, Mukhopadhyay (2001) reported that protein digestion rate, which was changed between 82.51 and 88.97%, was not affected by sesame seed meal ratios in the diet. Mohanta et al. (2001) indicated that digestibility rates were between 85.51 and 90.91% in their study used sesame seed meal in the diet of Indian carp. Protein digestibility rates were between 85.51 and 90.91% in the study of Mukhopadhyay and Ray (1999). The differences in protein digestion ratios in different studies may rise due to faecal collection methods. Except this, there are also many factors such as water temperature, fish size and species.

The inclusion of sesame seed meal in the diet of rainbow trout generally produced worse result when compared to soybean based diet, although it does not negatively affect growth. However, inclusion of sesame seed meal in the diet at 15% dietary level produced similar results and the fish grew relatively well. It was thought that new studies must be considered related to the use of sesame seed meal in order to put forward the more detailed results. In particular, the anti-nutrients of sesame seed meal should be determined, new methods should be developed to reduce them and sesame seed meal treated by these methods must be re-evaluated on fish.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been supported by Sinop University Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: BAP-SUF-1901-13-03, 2016) and was conducted at the Research and Application Center of the Aquaculture and Fisheries Faculty of Sinop University, Turkey. We thank the Scientific Research Projects of Sinop University for providing financial support. We would like to thank the owner the Sibal Feed Company and Filiz Confectionery and Food Company for supplying feedstuffs as well as the owner of the Kuzey Su Urunleri fish farm, for providing the experimental fish.

## REFERENCES

- Arrieta, M.P. & Prats-Moya, M.S. (2012). Free amino acids and biogenic amines in Alicante Monastrell wines. *Food Chemistry*, 135:1511–1519. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.06.008
- Atalayoğlu, G. & Çakmak, M.N. (2010). Pullu Sazan (*Cyprinus carpio* L. 1843) Yemlerinde fındık küspesinin kullanıma olanaklarının araştırılması. *Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi*, 22(2):71-78.

- AOAC. (1995). *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Barros, M.M., Lim, C. & Celcius, P.H. (2002). Effect of soybean meal replacement by cottonseed meal and iron supplementation on growth, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture*, 207:263-279.
- Bilgin, Ö., Türker, A. & Tekinay, A.A. (2007). The use of hazelnut meal as a substitute for soybean meal in the diets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 31(3):145-151.
- Brown, P.B. (2008). Utilization of soy products in diets of freshwater fishes. In: Lim, C., Webster, C.D. & Lee, C.-S. (Eds), *Alternatives Protein Sources in Aquaculture Diets*, pp. 225-260. The Howarth Press, New-York, USA.
- Caballero, M.J., Lopez-Calero, G., Socorro, J., Roo, F.J., Izquierdo, M.S. & Fernandez, A.J. (1999). Combined effect of lipid level and fish meal quality on liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 179:277-290.
- Cheng, Z.J. & Hardy, R.W. (2002). Apparent digestibility coefficients and nutritional value of cottonseed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 212:361-372. doi: [10.1016/S0044-8486\(02\)00260-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00260-0)
- Degani, G. (2006). Digestible energy in dietary sorghum, wheat bran and rye in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Israeli J. Aquac.-Bamidgeh*, 58:71-77.
- Deng, J., Zhang, X., Tao, L., Bi, B., Kong, L. & Lei, X. (2011). D-lysine can be effectively utilized for growth by common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition*, 17:467-475. doi: [10.1111/j.1365-2095.2010.00783.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00783.x)
- De Silva, S.S. & Anderson, T.A. (1995). *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman and Hall, London, 319 pp.
- El-Sayed, A.F.M. (1987). Protein and energy requirements of *Tilapia zillii*. Ph.D. Thesis, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.
- El-Sayed, A.F.M. (1999). Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. *Aquaculture*, 170:149-168. doi: [10.1016/S0044-8486\(99\)00159-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00159-3)
- Emadi, H., Mokhayer, B. & Faal, M. (2014). Alternative role of sesame seed replacing fish meal in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(3):608-620.
- Enyidi, U.D., Pirhonen, J., Vielma, J. (2014). Effects of sesame seed meal and bambaranut meal on growth, feed utilization and body composition of juvenile African catfish *Clarias gariepinus*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 13(4):998-1013.
- Facunle, J.O., Alatise, S.P., Effiong, B.N. & Tiamiyu, K. (2013). Effects of replacing Sayabeans meal with graded levels of boiles jatropa kernel meal in diets of *Clarias gariepinus* fingerlings. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 2(9): 112-117.
- Fagbenro, O.A., Adeparusi, E.O. & Jimoh, W.A. (2010). Nutritional evaluation of sunflower and sesame seed meal in *Clarias gariepinus*: An assessment by growth performance and nutrient utilization. *African Journal of Agricultural Research*, 5(22):3096-3101.
- Fagbenro, O.A., Adeparusi, E.O. & Jimoh, W.A. (2013). Haematological profile of blood of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) fed sunflower and sesame meal based diets. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 8(1):80-86. doi: [10.3923/jfas.2013.80.86](https://doi.org/10.3923/jfas.2013.80.86)
- Francis, G., Makkar, H.P.S. & Becker, K. (2001). Anti-nutritional factors present in plant derived alternative fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, 199:197-227.
- Gaber, M.M. (2006). Partial and complete replacement of fish meal by broad bean meal in feeds for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., fry. *Aquaculture Research*, 37:986-993. doi: [10.1111/j.1365-2109.2006.01517.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01517.x)
- Glencross, B., Hawkins, W., Evans, D., Rutherford, N., Dods, K., Mccafferty, P. & Sipsas, S. (2008). Evaluation of the influence of *Lupinus angustifolius* kernel meal on dietary nutrient and energy utilization efficiency by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 14:129-138. doi: [10.1111/j.1365-2095.2007.00512.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00512.x)
- Hasan, M.R., Macintosh, D.J. & Jauncey, K. (1997). Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture*, 151:55-70. doi: [10.1016/S0044-8486\(96\)01499-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01499-8)
- Hardy, R. (2008). Farmed fish diet requirements for the next decade and implications for global availability of nutrients. In: Lim, C., Webster, C.D. & Lee, C.-S. (Eds), *Alternatives Protein Sources in Aquaculture Diets*, pp. 1-15. The Howarth Press, New-York, USA.
- Jahanbakhshi, A., Imanpuor, M., Taghizadeh, V. & Shabani, A. (2012). Effects of replacing fish meal with plant protein (sesame oil cake and corn gluten) on growth performance, survival and carcass quality of juvenile beluga (*Huso huso*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4(4):422-425. doi: [10.5829/idosi.wjms.2012.04.04.63107](https://doi.org/10.5829/idosi.wjms.2012.04.04.63107)
- Jimoh, W.A. & Aroyehun, H.T. (2011). Evaluation of cooked and mechanically defatted sesame (*Sesamum indicum*) seed meal as a replacer for soybean meal in the diet of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11:185-190. doi: [10.4194/trjfas.2011.0202](https://doi.org/10.4194/trjfas.2011.0202)
- Jimoh, W.A., Fagbenro, O.A. & Adeparusi, E.O. (2014). Response of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), fingerlings fed diets containing differently timed wet-heat-treated sesame (*Sesamum indicum*) seed meal. *Agricultural Sciences*, 5:1159-1171. doi: [10.4236/as.2014.512126](https://doi.org/10.4236/as.2014.512126)
- Lim, C. & Akiyama, D.M. (1992). Full-fat soybean meal utilization fry fish. *Asian Fisheries Science*, 5:181-197.
- Lowell, R.T. (1988). Use of soybean products in diets for aquaculture species. *J. Aqua. Prod.*, 2:27-52.
- Mohanta, K.N., Mohanty, S.N., Jena1, J. & Sahu, N.P. (2007). Effect of different oil cake sources on growth, nutrient retention and digestibility, muscle nucleic acid content, gut enzyme activities and whole-body composition in silver barb, *Puntius gonionotus* fingerlings. *Aquaculture Research*, 38:1702-1713. doi: [10.1111/j.1365-2109.2007.01836.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01836.x)
- Mukhopadhyay, N. & Ray, A.K. (1999). Improvement of quality of sesame *Sesamum indicum* seed meal protein with supplemental amino acids in feeds for rohu *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Research*, 30:549-557.
- Mukhopadhyay, N. (2001). Effect of fermentation on apparent total and nutrient digestibility of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal in rohu, *Labeo Rohita* (Hamilton) fingerlings. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 31:19-28.
- Nang Thu, T.T., Parkouda, C., Saeger, S., Larondelle, Y. & Rollin, X. (2007). Comparison of the lysine utilization efficiency in different plant protein sources supplemented with l-lysine HCl in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Aquaculture*, 272: 477-488. doi: [10.1016/j.aquaculture.2007.06.032](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.06.032)
- Nang Thu, T.T., Bodin, N., Saeger, S., Larondelle, Y. & Rollin, X. (2011). Substitution of fish meal by sesame oil cake (*Sesamum indicum* L.) in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.). *Aquaculture Nutrition*, 17:80-89. doi: [10.1111/j.1365-2095.2009.00732.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00732.x)
- NRC (National Research Council) (1993). *Nutrient requirement of fish*. National Academy Press, Washington D.C.
- Onsaard, E., Pomsamud, P. & Audtum, P. (2010). Functional properties of sesame protein concentrates from sesame meal. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*, 3(4):420-431.
- Onsaard, E. (2012) Sesame proteins. *International Food Research Journal*, 19(4):1287-1295.
- Palmeigiano, G.B., Dapra, F., Forneris, G., Gai, F., Gasco, L., Guo, K., Peiretti, P.G., Sicuro, B. & Zoccarato, I. (2006). Rice protein concentrate meal as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 258:357-367. doi: [10.1016/j.aquaculture.2006.04.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.04.011)
- Petry, H. & Rapp, W. (1970). Zur problematik der chromixidbestimmung in verdaunsversuchen. *Z. Tierphysiol. Tierernahrung u. Futtermittelkunde*, 27:181-189.
- Rama Roa, S.V., Raju, M.V.L.N., Panda, A.K., Poonam, N.S., Shyam Sunder, G. & Sharma, R.P. (2008). Utilization of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal in broiler chicken diets. *British Poultry Science*, 49(1):81-85. doi: [10.1080/00071660701827888](https://doi.org/10.1080/00071660701827888)

- Reigh, R.C. (2008). Underutilized and unconventional plant protein supplements. In: *Alternatives Protein Sources in Aquaculture Diets* (Lim, C., Webster, C.D. & Lee, C.-S. Eds), pp. 433-474. The Howarth Press, New-York, USA.
- Sargent, J.R. & Tacon, A.G.J. (1999). Development of farmed fish: a nutritionally necessary alternative to meat. *Proc. Nutr. Soc.*, 58:377-383.
- Sanz, A., Morales, A.E., Higuera, M. & Cardenete, G. (1994). Sunflower meal compared with soybean meal as substitutes for fish meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss mykiss*) diets: protein and energy utilization. *Aquaculture*, 128:287-300. doi: [10.1016/0044-8486\(94\)90318-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90318-2)
- Siddhuraju, P. & Becker, K. (2001). Preliminary nutritional evaluation of mucuna seedmeal (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) in common carp (*Cyprinus carpio* L.): an assessment by growth performance and feed utilization. *Aquaculture*, 196:105-123. doi: [10.1016/S0044-8486\(00\)00577-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(00)00577-9)
- Sindelar, S.C. (2014). Utilisation of soybean products as fish-meal protein replacements in yellow perch *Perca flavescens* feeds. Master Thesis, South Dakota State University, South Dakota, USA.
- Storebakken, T., Refstie, S. & Ruyter, B. (2000). Soy-product as fat and protein sources in fish feeds for intensive aquaculture. In: Drackly, J.K. (Ed), *soy in Animal Nutrition\_Federation of Animal Science Societies Savoy II*. P. 127-170.
- Tacon, A.G.J. (1993). Feed ingredients for warm water fish. Fish meal and other processed feedstuffs. FAO Fisheries Circular no. 856. FAO, Rome.
- Teles, A.O., Gouveia, A.J., Gomes, E. & Rema, P. (1994). The Effect of processing treatments on soybean meal utilization by rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 124(1-4):343-349. doi: [10.1016/0044-8486\(94\)90407-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(94)90407-3)
- Thiessen, D.L., Campbell, G.L. & Adelizi, P.D. (2003). Digestibility and growth performance of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with pea and canola products. *Aquaculture Nutrition*, 9:67-75. doi: [10.1046/j.1365-2095.2003.00203.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00203.x)
- Ustaoglu Tiril, S. & Kerim, M. (2015). Evaluation of safflower meal as a protein source in diets of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792]. *Journal of Appl. Ichthyol.*, 31:895-899. doi: [10.1111/jai.12807](https://doi.org/10.1111/jai.12807)
- Xie, S. & Jokumsen, A. (1998). Effects of dietary incorporation of potato protein concentrate and supplementation of methionine on growth and feed utilization of rainbow trout. *Aquaculture Nutrition*, 4:183-186. doi: [10.1046/j.1365-2095.1998.00066.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1998.00066.x)
- Yıldırım, Ö., Acar, Ü., Türker, A., Sunar, M.C. & Kesbiç, O.S. (2014). Effects of replacing fish meal with peanut meal (*Arachis hypogaea*) on growth, feed utilization and body composition of Mozambique tilapia fries (*Oreochromis mossambicus*). *Pakistan J. Zool.*, 46(2):497-502.
- Yiğit, N.Ö., Bahadır Koca, S., Bayrak, H., Dullu, A. & Diler, I. (2012). Effects of canola meal on growth and digestion of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fry. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 36(5):533-538. doi: [10.3906/vet-1101-705](https://doi.org/10.3906/vet-1101-705)



ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Keban Baraj Gölü (Elazığ/Türkiye) su ürünleri kooperatiflerine ortak balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı

### The socio-economic structure of partner fishermen to fisheries cooperatives in Keban Dam Lake (Elazığ/Turkey)

Mürşide Dartay<sup>1\*</sup> • İlhan Canpolat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 23119, Elazığ, Turkey

<sup>2</sup> Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ, Turkey

\* Corresponding author: [mdartay@firat.edu.tr](mailto:mdartay@firat.edu.tr)

Received date: 11.08.2016

Accepted date: 05.12.2016

#### How to cite this paper:

Dartay, M. & Canpolat, İ. (2017). The socio-economic structure of partner fishermen to fisheries cooperatives in Keban Dam Lake (Elazığ/Turkey), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 41-46. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.06

**Öz:** Bu çalışma, Keban Baraj Gölü'nde Su Ürünleri kooperatifine ortak su ürünleri avcılığı yapan balıkçıların sosyo-ekonomik yapılarını ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Araştırma, Keban Baraj Gölü'nde 82 balıkçı ile yüz yüze görüşme tekniği ile uygulanan anketler ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, bölgede su ürünleri avcılığı yapan balıkçıların yaşları 25- 69 arasında tespit edilmiştir. Balıkçıların %67,07'i ilkokul, %18,29'u ortaokul, %10,98'inin lise mezunu oldukları, %3,66'nın hiç okula gitmeyen okur-yazar olan balıkçılardan oluştuğu tespit edilmiştir. Balıkçıların % 95,12' i evli, % 4,88'inin bekar olduğu, çocuk sayılarının 1-7 arasında değiştiği, evli balıkçıların % 25'inin çocuk sahibi olmadığı belirlenmiştir. Balıkçıların %1,22'i devlet memuru, %1,22'i emekli, %3,66'nın esnaf, % 91,46'nın asıl mesleklerinin balıkçı olduğu saptanmıştır. Balıkçıların balıkçılığı seçme nedenlerini %24,39'u baba mesleği, %67,07'i işsizlikten dolayı, %8,54'ü ek gelir olarak balıkçılık yaptıkları belirlenmiştir. Balıkçıların 2014 yılı aylık ortalama olarak balık avcılığından elde ettikleri net gelirlerinin % 15,85'inin 0-499 ₺, % 21,95'inin 500-749 ₺, % 31,71'inin 750-999 ₺, % 30,49'unun 1000-1499 ₺ arasında olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; bölge balıkçısının sosyo-ekonomik yapısının istenilen düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Su ürünleri kooperatifi, Sosyo-ekonomik yapı, Keban Baraj Gölü, Türkiye

**Abstract:** This study has been carried out to determine the main socio economic structures of fishermen in Keban Dam Lake. The research, was obtained by questionnaire through face to face interviews with 82 fishermen in the Keban Dam Lake. As a result of study, fishermen has been identified between 25 to 69 in age in the region and that 67.07% of them are primary school graduates, 18.29%, are secondary school graduates 10.98% are high school graduates 3.66% are fisherman who do not go to school. It has been confirmed that 95.12% of fishermen are married, 4.88% of them are single and the number of children varied between 1 and 7, 25% of the married fisherman have'nt got children. It has been stated that 22% of fisherman the civil servants, 1.22% the retirees, 66% the tradesman, to be fishing the main occupation of 91.46%. The reasons selection fisheries of the fishermen are found that 24.39% father's occupation, 67.07% of them due to the unemployment, 8.54% of them addition income. The income average monthly of fishermen has been found ₺ 0-499 to 15.85% ₺ 500-749 to 21.95%, ₺ 750-999 to 31.71%, ₺ 1000-1499 to 30.49%. As a result of study it has been determined that it is not at desired level of socio-economic structures of the region fishermen.

**Keywords:** Fishery cooperative, Socio-economic structure, Keban reservoir, Turkey

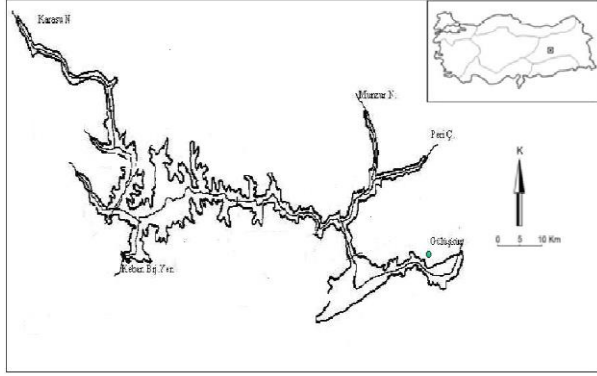
## GİRİŞ

Türkiye, deniz kaynaklarının yanı sıra içsu kaynakları açısından da zengin bir potansiyele sahiptir. Sahip olunan içsu kaynakları 178.000 km akarsu, 900.000 ha doğal göl, 228.621 ha baraj ve göletten ibarettir. Bu potansiyel, birçok balıkçının bu alanlarda avcılık yapmasına, yetiştiricilik tesisleri kurmasına ve balıkçıların bu faaliyetleri daha kolay ve etkin gerçekleştirebilmeleri için olanak sağlamıştır (Ünal vd., 2011). İçsularda avcılık ve yetiştiricilik faaliyetlerinin yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği Keban Barajı, büyük hidroelektrik potansiyelinin yanında, balık üreticiliğine de katkı yapan önemli bir "iç su" alanıdır. Keban Baraj Gölü, Türkiye'nin ilk

hidroelektrik amaçlı barajlarından birisidir. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer alan, kuzeyinde Tunceli ve Erzincan illeri ile batısında Malatya, güney ve doğusunda Elazığ ili bulunmaktadır (Şekil 1). Gövde yüksekliği 210 m, göl derinliği ise maksimum 160 m'dir. Barajın maksimum seviyesi 845 m'dir. Göl havzası 64.100 km<sup>2</sup>, maksimum göl alanı 681 km<sup>2</sup>'dir (Celayir vd., 2006).

Barajın 16 avlak sahasının 52.180 hektar alanının; Elazığ ili %58,51'ini, Tunceli ili %37,66'sını ve Erzincan ili %3,83'ünü kullanmaktadır. Keban Baraj Gölü'nde, 15 Su Ürünleri Kooperatifinin 184 tekne ile faaliyet gösteren 310 balıkçı üyesi

bulunmaktadır. Bu balıkçıların bakmakla yükümlü oldukları aileleri ile birlikte nüfusları takriben 1500 kişidir. (Dartay ve Canpolat, 2016). Keban Baraj gölü, avcılık yöntemiyle sürdürülen balıkçılığın dışında, kültür üretimi de son birkaç yıldır hızlı bir gelişme göstermiştir. Türkiye kültür balığı üretiminde yaklaşık % 9, iç su üretiminde ise % 16'lık paya sahiptir (40.000 ton /yıl).



**Şekil 1.** Keban Baraj Gölü ( Elazığ / Türkiye)  
**Figure 1.** Keban Dam Lake (Elazığ /Turkey)

Türkiye balıkçısının ve balık kaynaklarının geleceği bir ölçüde, su ürünleri kooperatiflerinin başarısına bağlıdır. Bu nedenle balıkçılar, kendilerini sömürülmekten kurtaracak ve sosyo - ekonomik koşullarını düzeltecek olan kooperatifçilik kalkanını bir an evvel keşfetmek ve etkin bir şekilde kullanmayı öğrenmek zorundadır. Üreticilerin örgütlenmesi, gerek AB Ortak Pazar Organizasyonu ile ilgili düzenlemelere uyum sağlanması, gerekse ulusalda yönetimin daha katılımcı ve bütünsel bir yaklaşımla planlanması açısından önemlidir. Bunların yanı sıra balıkçıların örgütlenmesi, avcılık miktarının takibinde, balıkçıların sosyal ve ekonomik koşullarının saptanmasında gerekli olan verilerin akışını sağlayacaktır (Seçer vd., 2005; Koşar, 2009).

Son yıllarda Türkiye'de balıkçıların sosyo-ekonomik statüleri genel olarak balıkçılığa profesyonel yaklaşım anlayışını geliştirmiştir. Ancak balıkçılık faaliyetinin sosyo-ekonomik analizine ilişkin araştırma sayısı oldukça azdır. Oysa, etkili ve sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi için balıkçılık politikalarının belirlenmesinde, balıkçılık sektörüne ilişkin sosyo-ekonomik verilerin olması gerekir. Balıkçılığın sosyo-ekonomik özelliklerine ilişkin dünyada yapılmış çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, Türkiye'de içsu kooperatifleriyle ilgili kapsamlı bir çalışma gerçekleştirilmemiştir (Ünal ve Franquesa, 2010; Taştan vd., 2010; Göncüoğlu ve Ünal, 2011; Ünal vd., 2011).

İç sularda önemli bir yere sahip olan Keban Baraj Gölü'nün avlak sahanın büyüklüğü ve de bu sahada yapılan balıkçılıkla geçimini sağlayan kişi sayısı dikkate alındığında Su Ürünleri Kooperatiflerine ortak olan balıkçıların sosyo-ekonomik özelliklerinin ortaya konulmasına ihtiyaç olduğu düşüncesi oluşmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Keban Baraj Gölü'nde avcılık yapan su ürünleri kooperatifine ortak olan tekne sahibi balıkçıların sosyo-ekonomik yapılarının ortaya çıkarılmasıdır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini, Keban Baraj Gölü Su ürünleri kooperatiflerine ortak olan tekne sahibi 184 balıkçının 82'si oluşturmuştur. Balıkçılarla yüz yüze görüşülerek, önceden hazırlanmış olan anket formlardaki sorular sorulmuştur. Anketlerde balıkçılara sosyo- demografik ve sosyo - ekonomik özelliklerini belirten sorular yöneltilmiştir. Öncelikle 15 adet Su Ürünleri Kooperatifi bulunan Keban Baraj Gölü'nün hangi kooperatifine ortak olduğu sorusu sorulmuştur. Daha sonra; balıkçının yaşı, öğrenim durumu, medeni durumu, çocuk sayısı, başka bir işte çalışıp çalışmadığı, ev ve otomobil mülkiyeti, sosyal güvenlik durumları, aylık geliri, balıkçılığı seçme nedenleri gibi sorular sorularak cevapları anket formlara kaydedilmiştir.

## BULGULAR

Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo-demografik özellikleri **Tablo 1'** de, sosyo- ekonomik özellikleri ise **Tablo 2'** de verilmiştir. Balıkçıların yaşları 20-69 arasında değişmekle beraber, ortalama yaşları 45 olarak tespit edilmiştir. Bölgede, 20-29 yaşında %2,4 'ü, 30-39 yaşında %29,2'ü, 40-49 yaşında % 36,5'ü, 50-59 yaşında % 28'i, 60-69 yaşında %3,6'si oldukları tespit edilmiştir. Balıkçıların eğitim düzeyleri incelendiğinde okur- yazar olanlar ile lise mezunu arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hiç okula gitmeyen okur- yazar oranı % 3,6 olarak tespit edilmiştir. En yüksek oranda % 67 ile ilkököl mezunu oldukları saptanmıştır.

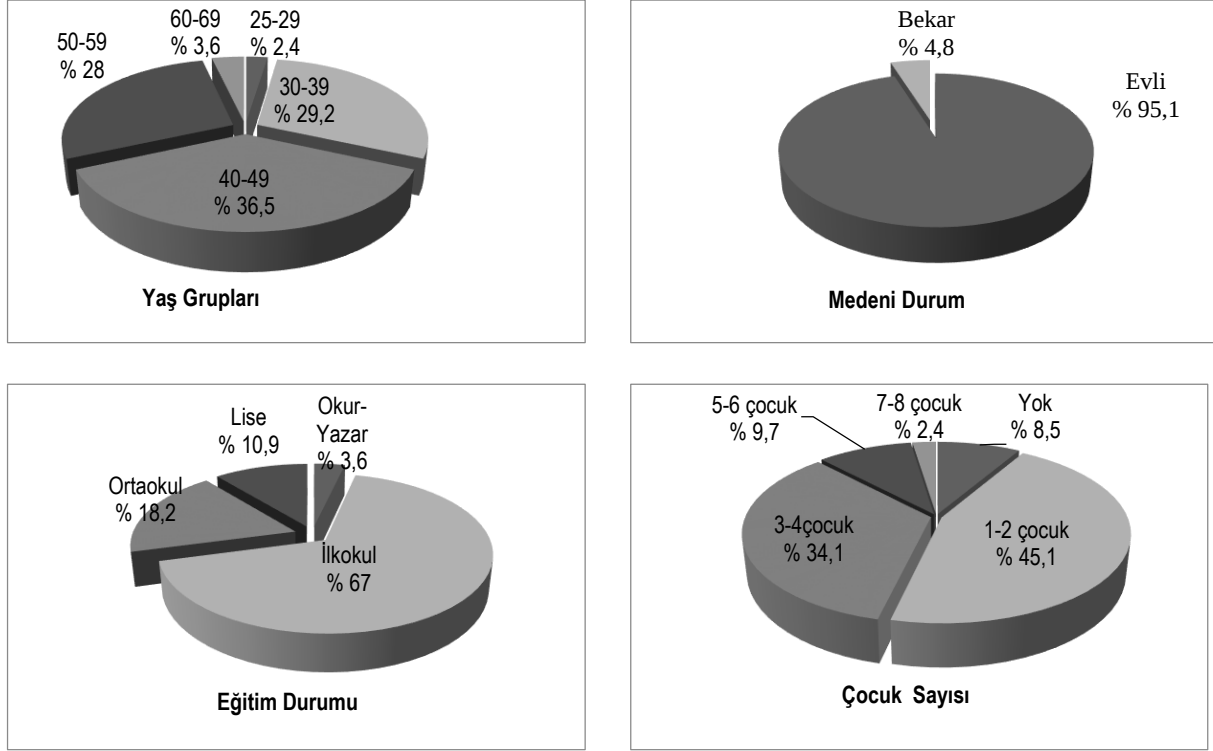
**Tablo1.** Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo-demografik özellikleri  
**Table1.** The socio-demographic proportion of fishermen of Keban Dam Lake

| Balıkçıların Yaş Grupları          | Adet | Yüzde (%) |
|------------------------------------|------|-----------|
| 25-29                              | 2    | 2,4       |
| 30-39                              | 24   | 29,2      |
| 40-49                              | 30   | 36,5      |
| 50-59                              | 23   | 28        |
| 60-69                              | 3    | 3,6       |
| <b>Medeni Durumu</b>               |      |           |
| Evli                               | 78   | 95,1      |
| Bekar                              | 4    | 4,8       |
| <b>Balıkçıların Öğrenim Durumu</b> |      |           |
| Okur-Yazar                         | 3    | 3,6       |
| İlkokul                            | 55   | 67        |
| Ortaokul                           | 15   | 18,2      |
| Lise                               | 9    | 10,9      |
| <b>Çocuk Sayısı</b>                |      |           |
| Yok                                | 7    | 8,5       |
| 1-2                                | 37   | 45,1      |
| 3-4                                | 28   | 34,1      |
| 5-6                                | 8    | 9,7       |
| 7-8                                | 2    | 2,4       |

Keban Baraj Gölü'nde balıkçıların %95,12'i evli, %4,88 bekar olduğu, boşanmış veya dul balıkçının olmadığı tespit edilmiştir. Balıkçıların çocuk sayısı incelendiğinde % 8,5

oranında çocuk sahibi olmadıkları belirlenmiştir. En fazla oran % 45,1 ile 1-2 çocuklu balıkçılar olduğu tespit edilmiştir (Tablo

1, Şekil 2). Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo-demografik özelliklerini gösteren pay grafikleri Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo- demografik özelliklerinin yüzdesel dağılımı

Figure 2. The percental distribution of socio-demographic proportion of fishermen of Keban Dam Lake

Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo-ekonomik özellikleri incelendiğinde %14,6'sının sosyal güvencesi olmadığı, % 86,5 oranında ise sosyal güvenceye sahip olan balıkçılar olduğu tespit edilmiştir.

Balıkçıların balıkçılığı seçme nedenlerinin ise % 67 ile işsizlik olarak en yüksek oranda belirlenmiştir.

Başka bir işte çalışıp ek gelir olarak balıkçılıkla uğraşanların oranı ise % 8,5'tür.

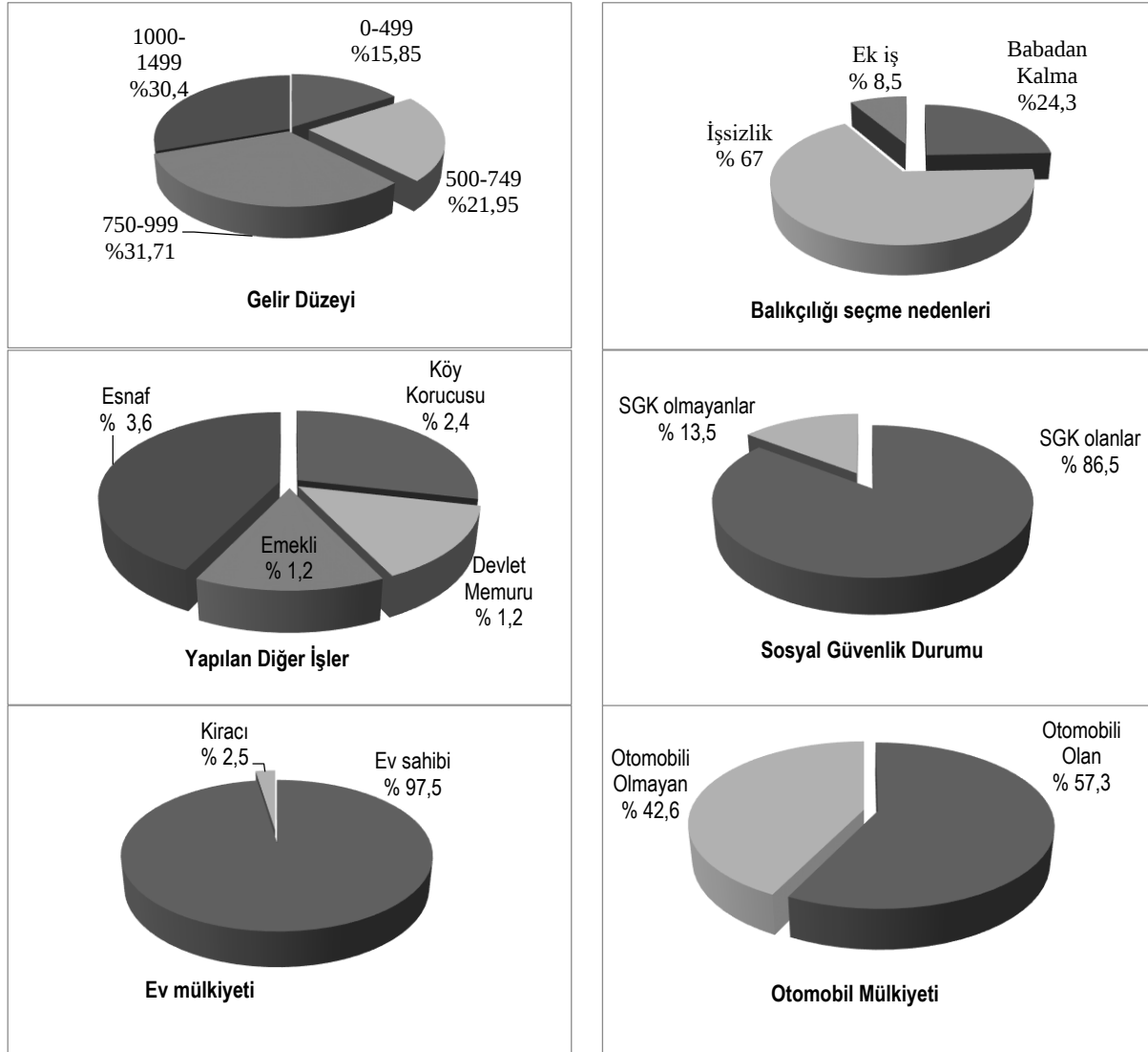
Ev ve otomobil sahibi olup olmadığı incelendiğinde, ev mülkiyeti olan %97,5 oranında, otomobil mülkiyeti olan % 57,3 oranında balıkçı olduğu tespit edilmiştir.

Balıkçılık dışında yaptıkları diğer işler sorulduğunda % 1,2 oranında devlet memurluğu ve emekli olduklarını, % 2,4 oranında yaşadıkları bölgenin köy korucusu olduklarını, % 3,6 oranında ise esnaflık yaptıkları cevabını vermişlerdir.

Balıkçılıktan ve diğer yaptıkları ek işlerden kazandıkları aylık gelir miktarları minimum 10 balıkçı olacak şekilde gruplara ayrılarak hesaplamalar gerçekleştirildi. Aylık gelirleri en yüksek 1000-1499 tl (% 30,4), en düşük 0-499 tl (% 15,8) olarak hesap edilmiştir (Tablo 2, Şekil 3).

Tablo 2. Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo-ekonomik özellikleri  
Table 2. The socio-economic proportion of fishermen of Keban Dam Lake

| Balıkçıların SGK Durumları                 | Adet | Yüzde (%) |
|--------------------------------------------|------|-----------|
| Sosyal güvencesi olanlar                   | 71   | 86,5      |
| Sosyal güvencesi olmayanlar                | 11   | 13,5      |
| <b>Balıkçılığı seçme nedenleri</b>         |      |           |
| Babadan Kalma                              | 20   | 24,3      |
| İşsizlik                                   | 55   | 67        |
| Ek gelir                                   | 7    | 8,5       |
| <b>Ev mülkiyeti</b>                        |      |           |
| Ev sahibi                                  | 80   | 97,5      |
| Kiracı                                     | 2    | 2,5       |
| <b>Otomobil mülkiyeti</b>                  |      |           |
| Otomobili Olan                             | 47   | 57,3      |
| Otomobili Olmayan                          | 35   | 42,6      |
| <b>Balıkçıların Yaptıkları Diğer İşler</b> |      |           |
| Köy Korucusu                               | 2    | 2,4       |
| Devlet Memuru                              | 1    | 1,2       |
| Emekli                                     | 1    | 1,2       |
| Esnaf                                      | 3    | 3,6       |
| <b>Aylık Gelir Düzeyleri</b>               |      |           |
| 0-499                                      | 13   | 15,8      |
| 500-749                                    | 18   | 21,9      |
| 750-999                                    | 26   | 31,7      |
| 1000-1499                                  | 25   | 30,4      |



**Şekil 3.** Keban Baraj Gölü balıkçıların sosyo-ekonomik özelliklerinin yüzdesel dağılımı

**Figure 3.** The percental distribution of socio-economic proportion of fishermen of Keban Dam Lake

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Keban Baraj Gölü'nde balıkçılık faaliyetini sürdüren mevcut 15 adet su ürünleri kooperatifi bulunan tekne sahibi balıkçıların sosyo-demografik ve sosyo-ekonomik yapıları değerlendirilmiştir. Yapılan araştırmada anketlere yanıt veren 82 balıkçı değerlendirmeye alınıp analiz edilmiştir.

Ülkemizde balıkçıların sosyal ve ekonomik koşullarının saptanması ile ilgili olarak denizlerde ve iç sularda yapılan çalışmalar incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır;

Ünal (2003), Foça'daki (İzmir) yarı zamanlı küçük ölçekli balıkçıların yaş dağılımının 31 ile 77 arasında, Doğan (2010), İstanbul ili Kooperatiflerine bağlı ilçe merkezlerindeki balıkçıların yaşlarının 29-83 arasında, Uzmanoğlu ve Soylu (2006)'da Karasu bölgesinde (Sakarya) yapmış oldukları

çalışmada, balıkçı yaşlarının 32-76 arasında değiştiğini, Yücel (2006), Orta Karadeniz Bölgesindeki balıkçıların %51'i 30-50 yaş arasında bulduklarını, Demirol ve Yüksel (2013)'de, Keban Baraj Gölü'nde kerevit avcılığı yapan balıkçıların yaşlarının 27-60 arasında değiştiğini, Dartay vd. (2009)'da Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi Balıkçıları'nın yaşları 23-52 arasında olduğunu, Cesur vd. (2014), Işıklı Gölü (Denizli) balıkçıları ile yapılan sosyo-ekonomik çalışmalar sonucunda balıkçıların yaşlarının 26-65 arasında değiştiğini, Doğan (2010), Balıkçı yaşlarının 28-63 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, 2014 yılı Keban Baraj Gölü'nde bulunan 82 balıkçı ile yapılan görüşmeler sonucunda, bölgede su ürünleri avcılığı yapan balıkçıların yaşları 25-69 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En fazla yaş % 36,5 ile 40-49 yaş aralığı olarak tespit edildi. Bu durum Bölge balıkçısının tecrübeli balıkçılardan oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca balıkçılık mesleğinin getirisinin az

olması gibi nedenlerden dolayı gençlerin farklı meslek alanlarına yöneldiği düşünülmektedir.

Keban Baraj gölü balıkçıların eğitim düzeyleri incelendiğinde hiç okula gitmeyen veya ilkökul mezunu olmadan eğitimi yarıda bırakan okur-yazar olarak bilinen % 3,6 oranında balıkçıların olduğu tespit edilmiştir. Okur- yazar olmayan balıkçıların çocuklarının da okulda başarısız oldukları balıkçılar tarafından ifade edilmiştir. En yüksek oranda %67 ile ilkökul mezunu oldukları saptanmıştır. Yüksekökul veya Üniversite mezunun olmadığı belirlenmiştir. Doğan (2010), da İstanbul'da gerçekleştirdiği çalışmada, % 2.6'sının okur-yazar % 41.7'sinin ilkökul, % 20.0'sinin ortaokul, % 27.0'sinin lise ve % 8.7'sinin üniversite mezunu olduklarını, Doğan (2010)'de Gökçeada balıkçıların ilkökul mezunu ile üniversite mezunu arasında değiştiğini en yüksek oranda %54,2 ile ilköğretim mezunu olduklarını bildirmiştir. Uzmanoğlu ve Soylu (2006)'da Karasu bölgesinde (Sakarya) yapmış oldukları çalışmada ise % 78.57 si ilkökul, % 14.29 u lise ve % 3.57 si üniversite eğitimi aldığını tespit etmişlerdir. Yücel (2006), Orta Karadeniz Bölgesindeki balıkçıların ancak %1'i yüksekökul mezunu olduğunu belirtmiştir. Demirel ve Yüksel (2013)'de, % 57'sinin ilkökul, % 29'unun ortaokul ve % 14'ünün lise mezunu olduğunu bildirmişlerdir. Dartay vd. (2009)'da balıkçıların % 80,64'ü ilkökul, % 12,90'ı ortaokul, % 6,45'inin lise mezunu olduğunu tespit etmişlerdir. Cesur vd. (2014)'de balıkçıların %68,7 ilkökul, % 25 ortaokul, %6,25 yüksekökul mezunu olduklarını saptamışlardır. Çeliker vd., (2008)'de Ege Bölgesi'nde yaptıkları çalışmada en yüksek oranın %62,82 ile ilkökul olduğunu, Çeliker vd., (2006)'da, Karadeniz Bölgesi'ndeki çalışmalarında balıkçıların %58,44'ü ilkökul eğitimine sahip olduklarını belirtmişlerdir Güngör vd., (2007). Tekirdağ ilindeki balıkçıların %64,7'si ilkökul, Ünal (2003)'te balıkçıların % 60'ı ilkökul mezunu olduklarını belirtilmiştir. Denizlerde ve içsularda yapılan araştırmalarda avcılık ile uğraşan balıkçıların eğitim düzeylerinin en yüksek oranda ilkökul olması, çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Bu çalışmada, sosyo-ekonomik yapının önemli bir göstergesi olan balıkçıların sosyal güvenlik durumları incelendiğinde % 86,5 oranında sosyal güvencelerinin olduğu, % 13,5 oranında ise sosyal güvencelerinin olmadığı belirlenmiştir. Bu konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda ise; Dartay vd., (2009), Balıkçıların % 61,29'unun sosyal güvencesi olmamakla birlikte, % 38,70'inin SSK ve BAĞ-KUR'a kayıtlı oldukları belirlenmiştir. Balıkçılık dışında tarım ve hayvancılıkla da uğraştıklarını tespit etmişlerdir. Doğan (2010), balıkçıların % 62,5'inin, Demirel ve Yüksel (2013)'de balıkçıların % 61'inin, Çeliker vd. (2008), balıkçıların % 80.9'unun sosyal güvenceye sahip olduklarını rapor etmişlerdir. Çalışmalarda sosyal güvenceye sahip olan balıkçıların sosyal güvenceye sahip olmayan balıkçılardan daha yüksek oranda bulundukları tespit edilmesi açısından paralellik görülmektedir.

Doğan (2010)'de, ev ve otomobil sahibi olma durumlarına bakıldığında sırasıyla %91,7 ve %37,5 olarak hesaplanmıştır. Demirel ve Yüksel (2013)'de % 65.2'sinin kendisine ait evin bulunduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise Keban Baraj

Gölü'ndeki balıkçıların % 97,5 oranında ev sahibi oldukları, % 57,3 oranında ise otomobil sahibi oldukları tespit edilmiştir. Bu durumun balıkçıların gölün kıyı kesimlerinde bulunan köylerde yaşamlarını sürdürmelerinden dolayı kendilerine ait evlerinin olduklarını göstermiştir. Ancak ilçe ve şehir merkezlerinde oturan % 2,5 oranında balıkçıya rastlanılmıştır.

Balıkçıların balıkçılığı seçme nedenlerini Doğan, 2010 İstanbul balıkçıları ile yaptığı bir çalışmada %44,3'ünün işsizlikten, %17,3'ünün aile bütçesine katkı sağlamak amacıyla, %15,0'inin hobi ve %14,4'ünün de baba mesleğinden dolayı balıkçılığı seçtiklerini, Cesur vd. (2014), % 12,5 baba mesleği, % 56,25 işsizlik, % 25 hoby olarak yaptıklarını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, balıkçıların balıkçılığı seçme nedenlerini %24,39'u baba mesleği, %67,07'i işsizlikten dolayı, %8,54'ü ek gelir olarak balıkçılık yaptıkları belirlenmiştir (Tablo 2). Baba mesleği olarak balıkçılığı devam ettiren balıkçıların bu durumdan memnun olduklarını başka bir işte çalışmak istemediklerini belirtmişlerdir. Ek iş olarak balıkçılığı hoby olarak tercih ettiklerini, gelirlerine katkı sağladığı için balıkçılıkla uğraştıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca balıkçıların ifadelerine göre babalarının kendilerinin bu mesleği yapmalarından memnun olmadıklarını çocuklarının maaşlı bir işte kamu görevlisi olarak çalışmalarından yana olduklarını belirtmişlerdir.

Balıkçıların balıkçılığın dışında yaptıkları işler araştırılmış; Demirel ve Yüksel (2013)'te % 46'lık büyük bölümünün balıkçılık dışında herhangi bir geliri bulunmazken % 32'sinin çiftçilik, % 11'inin koruculuk, % 7'sinin esnaf ve % 4'ünün bekçilik gibi ek gelir kaynakları bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmada ise balıkçıların %1,22'i devlet memuru, %1,22'i emekli, %3,66'nın esnaf, % 91,46'nın asıl mesleklerinin balıkçı olduğu saptanmıştır.

Balıkçıların ekonomik olarak girdileri hesap edildiğinde 2014 yılı aylık ortalama olarak balıkçılıktan elde ettikleri net gelirlerinin % 15,85'inin 0-499 tl, % 21,95'inin 500-749 tl, % 31,71'inin 750-999 tl, % 30,49'unun 1000-1499 tl arasında olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda; Dartay vd. (2009) bir avlama sezonunda balıkçı başına ortalama 40179 TL, gideri ise 30979 TL olarak hesaplanmıştır. Balıkçıların ortalama aylık geliri 1150 TL olarak belirlenmiştir. Çeliker vd. (2006), Karadeniz Bölgesi'nde ortalama balıkçılık gelirinin ise 30.324 YTL olduğu bildirilmişlerdir. Masraflar içinde en büyük payın tayfa payı olduğu, tayfa payının kıyı balıkçılarındaki %46,84 gırgırlarda %40,90 trollelerde %67,86 ve trol-gırgırlarda %41,68 olduğunu tespit etmişlerdir. Çeliker vd. (2008), Ege Bölgesi'nde Ortalama avlanma 19 sermayesi ise 81 bin TL olup kıyı balıkçılığında 18 bin TL, gırgırlarda 781 bin TL'dir. Cesur vd. (2014), balıkçılardan kişi başına düşen brüt hasılatın 1610500 TL olduğunu bildirmişlerdir.

Sonuç olarak; Keban Baraj Gölü Bölge balıkçısının sosyo-ekonomik yapılarının istenilen düzeyde olmadığı, balıkçıların daha iyi sosyo- ekonomik koşullara ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Balıkçılıkla ilgili stratejiler geliştirilirken balıkçıların ekonomik ve sosyal durumları dikkate alınmalıdır. Sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi için balıkçıların eğitilmeleri gerekliliği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKÇA

- Celayir, Y., Pala, M. & Yüksel, F. (2006). Fisheries in Keban Dam Lake. StateWater Works General Manager IX. districtoffices. Fisheries Chief Engineer, Elazığ.
- Çeliker, S.A., Korkmaz, Ş.A., Dönmez, D., Gül, U., Demir, A., Genç, Y., Kalkanlar, Ş. & Özdemir, İ. (2006). Catching in the Black Sea Region Fisheries Management of the socio-economic Analysis. Agricultural Economics Research Institute. Ankara.
- Çeliker, S. A., Korkmaz, Ş. A., Demir, A., Gül, U., Dönmez, D., Özdemir, İ. & Kalkanlar, Ş. (2008). Socio-Economic Analysis of Fisheries in the Aegean region. Agricultural Economics Research Institute. Ankara.
- Cesur M., Çapkın K. & Cilbiz, M. (2014). Işıklı Gölü Balıkçıların Sosyo-Ekonomik Analizi. *Journal of Academic Document for Fisheries and Aquaculture*, 2:85-92.
- Dartay, M., Duman, E., Duman, M. & Ateşşahin, T. (2009). Keban Dam Lake, Pertek, Socio-economic condition, Fisherman cooperative. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(2):135-138
- Dartay M. & Canpolat İ. (2016). The proposals for solution and fisheries problems in Keban Dam Lake(Elazığ/Turkey) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 291-298. doi: [10.12714/egjfas.2016.33.3.15](https://doi.org/10.12714/egjfas.2016.33.3.15)
- Demiröl, F. & Yüksel, F. (2013). The Socio-Economic Structure of Keban Reservoir Crayfish Catching. *Journal of science and youth*. ISSN:2148-0273 11(2).
- Doğan, K. (2009). Socio-Economic Analysis of Boat-Owned Fishermen Who Made Silverfish Fishing on Lake Iznik (Bursa). *Journal of FisheriesSciences.com*, 3 (1): 58-67. doi: [10.3153/jfscm.2009009](https://doi.org/10.3153/jfscm.2009009)
- Doğan, K. (2010). Socio-Economic Analysis of Fisheries Cooperatives and Partners in İstanbul. *Journal of Fisheries Sciences. Com*, 4 (4): 318-328. doi: [10.3153/jfscm.2010035](https://doi.org/10.3153/jfscm.2010035)
- Güngör, G., Özen, S.Ş. & Güngör, H. (2007). Socio-Economic Structure and Marine Products Marketing of Marmara Sea Fishery: Tekirdağ Province Coastline Sample. *Journal of Agriculture Faculty*, 4, (3): 311-325.
- Göncüoğlu, H. & Unal V. (2011). Fisherwomen in the Turkish fishery, southern Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 27:1013-1018.
- Karakaş, H.H. & Türkoğlu, H. (2005). The Situation of Water Products in the World and Turkey, Harran University, *Journal of Agriculture Faculty*, 9(3): 21-28.
- Korkmaz, A.Ş., Çeliker, A.Ş., Dönmez, D., Gül, U., Demir, A., Genç, Y., Kalkanlar, Ş. & Özdemir, İ. (2009). Socio-economic Structure of Fishermen in the Black Sea Region and their views on Fisheries and Fisheries Management. XV. National Fisheries Symposium, 1-4 July, Rize.
- Koşar, İ. (2009). Improvement of Fisheries Statistics in Turkey and European Union Harmonization Process. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26(2): 153-158.
- Seçer, S., Korkmaz, A.Ş., Yavuzcan, H., Atar, H.H. & Pulatsü, S. (2005). Fisheries Production: Hunting and Politics, TMMOB Chamber of Agricultural Engineers Turkey Agricultural Engineering VI. Technical Congress. (2):773-790, 3-7 January, Ankara.
- Taştan, K., Çeliker, S. A., Arısoy, H., Ataseven, Y., Dönmez, D., Gül, U. & Demir, A. (2010). Socio-Economic Analysis of Fisheries in the Mediterranean region. TAGEM/HAYSÜD/2009/09/04/01.
- Uzmanoğlu, S., M., Soylu.(2006). The socio-economic structures of Karasu (Sakarya) region marine Fisherman. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(Suppl.1/3): 515-518.
- Unal, V. (2003). Socio-economic Analysis of Part Time Small-scale Fishery, Foça (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1-2): 165-172.
- Unal, V. (2004). Viability Of Trawl Fishing Fleet in Foça (The Aegean Sea), Turkey And Some Advices To Central Management Authority. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4: 93–97.
- Unal, V., Güçlüsoy, H. & Franquesa, R. (2009). A comparative study of success and failure of fishery cooperatives in the Aegean, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 394–400.
- Unal, V., Yercan, M. & Günden, C. (2011). The status of fishery cooperatives along the Aegean Sea coast (Turkey). *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 854-858.
- Unal, V. & Franquesa, R. (2010). A comparative study of socio-economic indicators and viability in small-scale fisheries of six districts along the Turkish coasts. *Journal of Applied Ichthyology*, Volume 26, 26-34.
- Yücel, Ş. (2006). Middle Black sea region fishing and socio-economic status of fishermen (in Turkish). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(Suppl.1/3): 529-532.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

# Doğu Karadeniz Bölgesi'nden avlanan deniz salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) et verimi ve besin kompozisyonundaki mevsimsel değişim

## Seasonal variation of meat yield and nutritional composition of sea snail (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846 ) captured from Eastern Black Sea Region

Serkan Koral\* • Altan Kıran

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 53100 Rize, Turkey

\* Corresponding author: [serkan.koral@erdogan.edu.tr](mailto:serkan.koral@erdogan.edu.tr)

Received date: 28.10.2016

Accepted date: 05.12.2016

### How to cite this paper:

Koral, S. & Kıran, A. (2017). Seasonal variation of meat yield and nutritional composition of sea snail (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846 ) captured from Eastern Black Sea region, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 47-56. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.07

**Öz:** Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesinde ticari olarak avcılığı yapılan deniz salyangozunun (*Rapana venosa*) mevsime bağlı olarak et verimi, besin ve yağ asidi kompozisyonundaki değişimler incelenmiştir. Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerindeki toplam 12 istasyondan tüplü ve serbest dalış yöntemi ile örneklemeler yapılmıştır. Deniz salyangozlarının % net et verimleri yaz ve sonbahar mevsimlerinde ilkbahar ve kış mevsimlerine göre daha yüksek tespit edilmiştir. Dört mevsimin genel ortalaması ise % 19,50 olarak saptanmıştır. Biyokimyasal parametrelerden % kuru madde, % ham kül, % ham protein ve % ham yağ miktarı mevsimlere ve istasyonlara bağlı olarak değişiklikler göstermekle beraber mevsimlere göre elde edilen minimum ve maksimum değerler sırasıyla % 23,87-25,36, % 2,23-2,35, % 15,36-17,16, % 0,46-0,73 olarak bulunmuştur. Doymuş yağ asitleri grubundaki mevsimsel ortalamalarda palmitik (C16:0) ve stearik asit (C18:0) değerleri en düşük oranda yaz mevsiminde en yüksek oranda ise kış mevsiminde tespit edilmiştir. Toplam doymuş yağ asitlerindeki (ΣDYA) mevsimsel değişimin istatistiki açıdan önemli ( $p>0.05$ ) olmadığı gözlenmiştir. Toplam tekli doymamış yağ asidi (ΣTDYA) miktarları 30,45 mg/100g ile 54,84 mg/100g arasında değişim göstermiş olup yaz ve ilkbahar mevsimlerinde bulunan değerler diğer mevsimlerden elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında farkın önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Yağ asidi grupları arasında en yüksek miktar 119,05 mg/100g değeri ile ÇDYA grubunda bulunmuştur. Bu grupta en yüksek miktarlar arışidonik (C20:4n6), eikosapentaenoik (C20:5n3), dokosaheksaenoik (C22:6n3) asitlerde tespit edilmiştir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde EPA ve DHA miktarlarındaki değişim istatistiki açıdan diğer mevsimlerle karşılaştırıldığında farkın önemli ( $p<0.05$ ) olduğu bulunmuştur. Toplam EPA+DHA miktarı ise 27,40 ile 93,42 mg/100g arasında olup  $\Sigma n6/\Sigma n3$  oranı ise 1,10 ile 0,90 arasında değişmiştir. Çalışma neticesinde Doğu Karadeniz Bölgesindeki deniz salyangozunun besin kompozisyonu üzerine istasyonlar arası farklılığın ve mevsimsel değişimlerin etkileri olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Deniz salyangozu, *Rapana venosa*, et verimi, yağ asidi kompozisyonu, Doğu Karadeniz

**Abstract:** In this study, changes in meat yield, nutritional and fatty acid composition depending on seasons of sea snail (*Rapana venosa*) captured commercially in the Eastern Black Sea Region were investigated. The samples were collected from total twelve stations in Giresun, Trabzon, Rize and Artvin by scuba and free diving. Sea snail length and weight ranged from 52.85 to 74.27 mm, and from 66.71 to 78.97 g. Meat yields (%) in summer and autumn were higher than spring and winter. Average meat yields were determined as 19.50 %. Amounts of dry matter, crude ash, crude protein and crude fat percent in biochemical parameters were changed depending on seasons and stations, minimum - maximum values of the seasons were found as 23.87-25.36 %, 2.23-2.35 %, 15.36-17.16 %, 0.46-0.73 %, respectively. The lowest and highest seasonal average ratio of palmitic (C16:0) and stearic (C18:0) acids in saturated fatty acids (SFA) were determined in summer and winter, respectively. There were no statistical differences ( $p>0.05$ ) among seasonal changes in total saturated fatty acid (SFA) values. Total monounsaturated fatty acid (ZMUFA) values ranged from 30.45 mg/100g to 54.84 mg/100g, and values in summer and spring had statistically significant difference ( $p<0.05$ ) from other seasonal values. The highest value among fatty acid groups was found in polyunsaturated fatty acid (PUFA) as 119.05 mg/100g. Arachidonic (C20:4n6), eicosapentaenoic (C20:5n3) and docosahexaenoic (C22:6n3) acids had highest values in PUFA. Changes in eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) values in summer and autumn were statistically different ( $p<0.05$ ) from other seasonal values. While total EPA+DHA values were between 27.40 and 93.42 mg/100 g,  $\Sigma n6/\Sigma n3$  ratio was found as 1.10 and 0.90. In conclusion, it was determined that nutritional composition of sea snail in Eastern Black Sea Region was affected by differences between station and seasonal changes.

**Keywords:** Sea snail, *Rapana venosa*, meat yield, fatty acid composition, Black Sea

## GİRİŞ

Su ürünleri alternatif protein kaynakları ile kıyaslandığında, daha ekonomik bir besin kaynağı olduğu ve değişik yöntemlerle işlenerek depolandığında da besin değerini yitirmeden tüketilme özelliğine sahip oldukları da bilinmektedir (Özgür, 2005). Özellikle kabuklu su ürünleri hem yeterli ve dengeli esansiyel amino asit hemde doymamış yağ asitlerini içermesinden dolayı sağlıklı beslenme açısından değerli bir gıda maddesidir. Doğu Karadeniz bölgesinde ekonomik anlamda karşılığı olan yegâne kabuklu türü deniz salyangozudur (*Rapana venosa*). Bir gastropod türü olan deniz salyangozunun indopasifik kökenli olup petrol taşıma tankerleri kanalıyla Karadeniz'e taşındığı tahmin edilmektedir (Bilecik, 1990). Üreme, büyüme ve gelişme potansiyelinin yüksekliği nedeniyle kısa zamanda Karadeniz'in tüm kıyılarına yayılmış ve 1985 yılından sonra ticari olarak önem kazanmaya başlamıştır. Son yıllarda ekonomik balık stoklarının azalması sonucu Karadeniz balıkçılığında yaşanan kriz nedeniyle özellikle küçük balıkçılar için alternatif bir kaynak özelliği kazanmıştır (Düzgüneş vd., 1992). Deniz salyangozunun avcılık miktarları 2013 yılı istatistiklerine göre toplamda 8.654 tondur ve bu ürünün ihracattan 9.260.636,00 TL gelir elde edilmiştir (TUİK, 2014). Doğu Karadeniz Bölgesinde avcılığı yapılan deniz salyangozu Trabzon ilinde bulunan bir işleme fabrikasında işlendikten sonra dondurulmuş olarak Japonya, Tayvan ve Güney Kore gibi Uzakdoğu ülkelerine ihraç edilmektedir. Ülkemizden ihracatı yapılan bu türün hemen hemen tamamı Doğu Karadeniz Bölgesinde avlanmaktadır. Deniz salyangozu Doğu Karadeniz Bölgesindeki en yüksek ekonomik değeri olan omurgasız canlı olduğundan bölgedeki araştırmacıların da ilgisini çekmiştir. Fakat araştırmacılar genellikle bu canlının biyo-ekolojisi hakkında çalışmalara yoğunluk vermişlerdir. Bunun yanında canlının biyokimyasal kompozisyonu hakkında sınırlı sahalarda genelde bir sefere mahsus örnekleme yapılarak çalışmaların yapıldığı belirlenmiştir. Cuihcin (1984) Karadeniz'de deniz salyangozunun üreme zamanının temmuz ve eylül ayları arasında olduğunu ve yumurtlama zamanının mayıs ayından kasım ayına kadar sürdüğünü bildirmiştir. Prodanov vd. (1995), Karadeniz'in Bulgaristan sahilinde deniz salyangozu (*Rapana venosa*) üzerine yapılan bir çalışmada türün ortalama boyu 72-92 mm, ağırlığı ise 80-172 g olarak tespit etmişlerdir. Genç (1987), Orta Karadeniz Bölgesi Sinop ilinde deniz salyangozu üzerine yaptığı çalışmada et verimini % 24 olarak bulmuştur. Kolsarıcı ve Ertaş (1989), işlenmiş deniz salyangozunun besin bileşimi üzerine yaptıkları bir çalışmada; Samsun ilinde işlenerek dondurulmuş salyangozların ortalama % 79,92 nem, % 12,95 protein, % 1,64 yağ ve % 1,40 kül içerdiğini saptamışlardır. Arslan (2009), çalışmasında taze deniz salyangozunun protein miktarını % 19,55, toplam yağ miktarını % 0,45, ham kül miktarını ise % 2,32 olduğunu bildirmiştir. Çelik vd. (2014), Marmara Denizi Bandırma kıyısından deniz salyangozlarının biyokimyasal kompozisyonun belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada kuru madde miktarı üzerinden; ham protein içeriğini % 64,71, ham yağ % 1,86, ham kül % 9,35 ve nem içeriğini ise % 67,51 olarak bulmuşlar ve deniz

salyangozunun yüksek protein düşük yağ içeriğinden dolayı çok iyi bir besin kaynağı olduğunu ifade etmişlerdir. Merdzhanova vd. (2014), yaptıkları çalışmada Bulgaristan'ın Varna bölgesinden elde ettikleri deniz salyangozlarında topla ham yağ miktarını  $0.55 \pm 0.05$ , yağ asidi analizi sonucunda ise  $\Sigma$ DYA miktarını % 38.06,  $\Sigma$ TDYA miktarını % 14.56,  $\Sigma$ ÇDYA miktarını % 47.38, EPA miktarını % 12.33 ve DHA miktarını ise % 8.53 olarak bulmuşlardır.

Yapılan bu çalışmanın amacı; Doğu Karadeniz Bölgesinde avcılığı yapılan deniz salyangozunun et verimi ve besinsel değerlerinin mevsimsel değişimini belirlemek, bu türün besin kompozisyonu açısından, hangi dönemlerde tüketiminin daha uygun olduğunu tespit etmek ve türün üreme döngüsü ile besin içeriği değişimi arasındaki korelasyonu ortaya koymaktır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada deniz salyangozları Doğu Karadeniz Bölgesini temsil edecek şekilde belirlenen Giresun ilinde 3 istasyon (1. İstasyon:  $40^{\circ}54'34.4''N-38^{\circ}21'22.2''E$ ; 2. İstasyon:  $40^{\circ}56'49.1''N-38^{\circ}41'30.9''E$ ; 3. İstasyon:  $41^{\circ}00'32.5''N-38^{\circ}50'47.8''E$ ), Trabzon ilinde 4 istasyon (1. İstasyon:  $41^{\circ}05'06.8''N-39^{\circ}22'45.0''E$ ; 2. İstasyon:  $41^{\circ}00'08.2''N-39^{\circ}45'25.7''E$ ; 3. İstasyon:  $40^{\circ}57'20.0''N-39^{\circ}52'05.2''E$ ; 4. İstasyon:  $40^{\circ}55'17.9''N-40^{\circ}11'15.4''E$ ), Rize ilinde 3 istasyon (1. İstasyon:  $41^{\circ}02'15.9''N-40^{\circ}30'34.3''E$ ; 2. İstasyon:  $41^{\circ}05'27.1''N-40^{\circ}43'29.5''E$ ; 3. İstasyon:  $41^{\circ}11'24.0''N-40^{\circ}57'43.8''E$ ) ve Artvin ilinde ise 2 istasyon (1. İstasyon:  $41^{\circ}23'32.6''N-41^{\circ}25'03.8''E$ ; 2. İstasyon:  $41^{\circ}24'39.5''N-41^{\circ}25'50.5''E$ ) olmak üzere toplamda 12 istasyondan 2014 ve 2015 yılları arasında örneklenmiştir. Örnekler mevsimsel olarak tüplü ve serbest dalış yöntemleri ile 2-10 metre derinlikten toplanmıştır. Toplanan örnekler buzlu strafor kutulara konularak laboratuvara getirilmiştir. Örnekler laboratuvar ortamında temizlenerek iç organları ayrılmış etleri yıkandıktan sonra analizlere tabi tutulmuşlardır. Her mevsim ve her istasyondan 50 adet birey boy ölçümü ve analizler için alınmıştır. Daha sonra aynı ildeki farklı istasyonlardan alınan deniz salyangozu örnekleri karıştırılarak birleştirilmiş ve o ile ait mevsimsel bazda bir örnek elde edilmiştir. Araştırmada kullanılan deniz salyangozlarının mevsimsel minimum ve maksimum boy, genişlik ve ağırlık ortalamaları sırası ile ilkbahar mevsiminde 71,07-73,64 cm, 47,55-52,55 cm ve 72,24-78,97 g, yaz mevsiminde 69,36-72,81 cm, 46,02-48,923 cm ve 71,24-72,68 g, sonbahar mevsiminde 67,72-74,27 cm, 44,68-50,83 cm, 67,85-75,19 g, kış mevsiminde ise 69,24-74,06 cm, 47,48-52,85 cm, 66,71-77,47 g olarak ölçülmüştür.

## Yapılan Analizler

Çalışmada salyangozların mevsime ve istasyonlara bağlı olarak değişen net et verimleri Düzgüneş ve Fevzioğlu (1992)'e göre hesaplanmıştır. Kuru madde tayini AOAC (1990; Metot 985.14), ham kül tayini ise AOAC (1990, Metot 7.009)'ye göre yapılmıştır. Ham yağ analizi AOAC (1990, Metot 2.507)'ye göre yapılmış ve otomatik yağ ekstraksiyon Velp SER 148/6 (Velp

Scientifica, Milano, İtalya) cihazı kullanılmıştır. Ham protein tayini ise AOAC (1990, Method 2.507) Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Ham protein analizinde infared yakma (Behr Labor-Technic GmbH, InKjel M, Almanya) ve otomatik distilasyon ünitesine (Behr Labor-Technic GmbH, S5 Distillation Unit) bağlı otomatik titrasyon (TitroLine, D-55122, Almanya) ünitesine sahip cihazlarla yapılmıştır. Örneklerin glikojen içeriklerinin belirlenmesinde ham yağ miktarı, ham protein miktarı, ham kül miktarları toplanmış ve kuru madde miktarından çıkarılarak yüzde glikojen miktarı hesaplanmıştır (Atasaral, 2005). Örneklerin yağ asidi analizi Tufan vd., (2013)' e göre yapılmış ve Shimadzu GC-MS QP2010 Ultra model cihazı kullanılmıştır. Ayırma işleminde, Restek RT-2560 Made in USA, Cat no: 13199 Serial no: 47623-07), 100m x 0.25 mm ID, 0.20 µm kolon ve AOC-20i+s model oto örnekleyici kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum (He) kullanılmış olup: 1 ml/dk akış sağlanmıştır. Araştırmada Supelco™ 37 Component FAME Mix (Cat. No. 47885-U) yağ asidi metil esterli standardı kullanılmıştır. Genellikle bilimsel çalışmalarda yağ asitleri miktarları % oran şeklinde verilmektedir. Ancak farklı dönüşüm faktörleri kullanılarak bu oran mg/100g olarak verilebilmektedir.

Çalışmamızda literatürde de belirtilen yumuşakçalar için kullanılan dönüşüm faktörü kullanılarak elde edilen değerler mg/100 g olarakta hesaplanmıştır (Weihrauch vd., 1975).

Dönüşüm Faktörü (F)=0.956-(0.296/Toplam Lipit)

mg/100 g YA= FxToplam Lipitx% yağ asidi değeri x10

Elde edilen veriler, ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n:3). İstasyonlar ve mevsimler arası farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların önemlilik testi için 'One Way Anova' ve 'Tukey testi' uygulanmış, önem derecesi p<0.05 olarak kullanılmıştır. (Sokal ve Rohlf, 1987; Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000). İstatistikî analizde JMP 5.0.1. SAS (SAS Institute Inc, NC, ABD) paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR

Araştırmada Doğu Karadeniz bölgesindeki istasyonlardan mevsimlere göre elde edilen deniz salyangozlarının % net et verimi, % kuru madde, % ham kül, % ham protein, % ham yağ, % glikojen miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo1.** Deniz salyangozunda istasyonlara ve mevsimlere göre değişen et verimi, kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ ve glikojen miktarları

**Table1.** Yield, dry matter, crude ash, crude protein, crude fat and glycogen changes of Sea snail according to the seasons and stations

| İstasyon   | Mevsimler                            |                                        |                                       |                                      |
|------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
|            | İlkbahar                             | Yaz                                    | Sonbahar                              | Kış                                  |
|            | % Et Verimi                          |                                        |                                       |                                      |
| Giresun    | 18,78±0,18 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 18,34±0,16 <sup>b</sup> <sub>A</sub>   | 19,86±0,13 <sup>c</sup> <sub>A</sub>  | 19,46±0,16 <sup>d</sup> <sub>A</sub> |
| Trabzon    | 19,52±0,20 <sup>a</sup> <sub>B</sub> | 18,97±0,14 <sup>b</sup> <sub>B</sub>   | 20,44±0,15 <sup>c</sup> <sub>B</sub>  | 19,86±0,22 <sup>a</sup> <sub>A</sub> |
| Rize       | 19,35±0,15 <sup>a</sup> <sub>B</sub> | 19,18±0,12 <sup>a</sup> <sub>B</sub>   | 20,08±0,16 <sup>b</sup> <sub>A</sub>  | 19,36±0,18 <sup>a</sup> <sub>A</sub> |
| Artvin     | 19,33±0,14 <sup>a</sup> <sub>B</sub> | 20,62±0,10 <sup>b</sup> <sub>C</sub>   | 18,50±0,22 <sup>c</sup> <sub>C</sub>  | 19,72±0,20 <sup>a</sup> <sub>A</sub> |
| Genel Ort. | 19,24±0,16 <sup>a</sup>              | 19,27±0,13 <sup>a</sup>                | 19,72±0,16 <sup>a</sup>               | 19,60±0,19 <sup>a</sup>              |
|            | % Kuru Madde                         |                                        |                                       |                                      |
| Giresun    | 24,69±0,52 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 24,98±0,48 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 23,07±0,20 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  | 24,10±0,20 <sup>a</sup> <sub>A</sub> |
| Trabzon    | 25,20±0,69 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 25,91±0,48 <sup>b</sup> <sub>AB</sub>  | 24,91±0,27 <sup>a</sup> <sub>B</sub>  | 24,21±0,12 <sup>c</sup> <sub>A</sub> |
| Rize       | 25,44±0,26 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 24,89±0,38 <sup>ab</sup> <sub>AB</sub> | 23,93±0,18 <sup>ab</sup> <sub>A</sub> | 25,61±0,08 <sup>b</sup> <sub>A</sub> |
| Artvin     | 25,49±0,66 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 25,65±0,38 <sup>b</sup> <sub>B</sub>   | 23,50±0,19 <sup>ab</sup> <sub>C</sub> | 23,60±0,22 <sup>b</sup> <sub>A</sub> |
| Genel Ort. | 25,20±0,53 <sup>a</sup>              | 25,36±0,43 <sup>a</sup>                | 23,87±0,21 <sup>b</sup>               | 24,38±0,15 <sup>c</sup>              |
|            | % Ham Kül                            |                                        |                                       |                                      |
| Giresun    | 2,57±0,16 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  | 2,22±0,15 <sup>ab</sup> <sub>A</sub>   | 2,22±0,04 <sup>ab</sup> <sub>A</sub>  | 2,19±0,09 <sup>b</sup> <sub>A</sub>  |
| Trabzon    | 2,34±0,13 <sup>a</sup> <sub>B</sub>  | 2,49±0,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>    | 2,35±0,17 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 2,30±0,07 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  |
| Rize       | 2,15±0,06 <sup>a</sup> <sub>B</sub>  | 2,41±0,02 <sup>b</sup> <sub>A</sub>    | 2,14±0,03 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 2,24±0,06 <sup>ab</sup> <sub>A</sub> |
| Artvin     | 2,26±0,07 <sup>a</sup> <sub>B</sub>  | 2,31±0,05 <sup>a</sup> <sub>A</sub>    | 2,34±0,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 2,21±0,12 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  |
| Genel Ort. | 2,33±0,15 <sup>a</sup>               | 2,35±0,06 <sup>a</sup>                 | 2,26±0,07 <sup>a</sup>                | 2,23±0,08 <sup>a</sup>               |
|            | % Ham Protein                        |                                        |                                       |                                      |
| Giresun    | 16,63±0,19 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 16,82±0,26 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 15,72±0,21 <sup>b</sup> <sub>A</sub>  | 15,49±0,10 <sup>b</sup> <sub>A</sub> |
| Trabzon    | 16,76±0,24 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 17,40±0,12 <sup>b</sup> <sub>B</sub>   | 17,89±0,23 <sup>b</sup> <sub>B</sub>  | 15,29±0,23 <sup>c</sup> <sub>A</sub> |
| Rize       | 16,57±0,20 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 17,01±0,16 <sup>b</sup> <sub>B</sub>   | 17,27±0,16 <sup>b</sup> <sub>C</sub>  | 15,41±0,18 <sup>c</sup> <sub>A</sub> |
| Artvin     | 16,22±0,08 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 17,44±0,16 <sup>b</sup> <sub>B</sub>   | 16,34±0,24 <sup>a</sup> <sub>D</sub>  | 15,27±0,29 <sup>c</sup> <sub>A</sub> |
| Genel Ort. | 16,54±0,17 <sup>a</sup>              | 17,16±0,17 <sup>b</sup>                | 16,81±0,21 <sup>ab</sup>              | 15,36±0,20 <sup>c</sup>              |
|            | % Ham Yağ                            |                                        |                                       |                                      |
| Giresun    | 0,62±0,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  | 0,47±0,04 <sup>b</sup> <sub>A</sub>    | 0,56±0,01 <sup>c</sup> <sub>A</sub>   | 0,71±0,05 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  |
| Trabzon    | 0,58±0,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  | 0,47±0,01 <sup>b</sup> <sub>A</sub>    | 0,57±0,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 0,71±0,08 <sup>c</sup> <sub>A</sub>  |
| Rize       | 0,59±0,03 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  | 0,49±0,06 <sup>b</sup> <sub>A</sub>    | 0,56±0,04 <sup>ab</sup> <sub>A</sub>  | 0,72±0,01 <sup>c</sup> <sub>A</sub>  |
| Artvin     | 0,56±0,01 <sup>a</sup> <sub>A</sub>  | 0,44±0,01 <sup>b</sup> <sub>A</sub>    | 0,55±0,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>   | 0,74±0,02 <sup>c</sup> <sub>A</sub>  |
| Genel Ort. | 0,58±0,03 <sup>a</sup>               | 0,46±0,03 <sup>b</sup>                 | 0,56±0,02 <sup>a</sup>                | 0,73±0,04 <sup>c</sup>               |

| % Glikojen |                                     |                                     |                                     |                                     |
|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Giresun    | 4,87±0,08 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 5,47±0,08 <sup>b</sup> <sub>A</sub> | 4,57±0,08 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 5,71±0,12 <sup>b</sup> <sub>A</sub> |
| Trabzon    | 5,52±0,04 <sup>a</sup> <sub>B</sub> | 5,55±0,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub> | 4,10±0,06 <sup>b</sup> <sub>B</sub> | 5,91±0,08 <sup>a</sup> <sub>A</sub> |
| Rize       | 6,13±0,10 <sup>a</sup> <sub>C</sub> | 4,98±0,10 <sup>b</sup> <sub>B</sub> | 3,96±0,08 <sup>c</sup> <sub>B</sub> | 6,24±0,16 <sup>d</sup> <sub>B</sub> |
| Artvin     | 6,45±0,12 <sup>a</sup> <sub>C</sub> | 5,46±0,08 <sup>b</sup> <sub>A</sub> | 4,27±0,10 <sup>c</sup> <sub>B</sub> | 5,38±0,06 <sup>b</sup> <sub>C</sub> |
| Genel Ort. | 5,74±0,18 <sup>a</sup>              | 5,37±0,16 <sup>b</sup>              | 4,23±0,14 <sup>c</sup>              | 5,81±0,18 <sup>a</sup>              |

Aynı sütundaki farklı büyük harfler (A,B,C,) aynı mevsimdeki farklı istasyonlar arasındaki farkı belirtir (p<0.05). Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) aynı istasyondaki farklı mevsimler arasındaki farkı belirtir (p<0.05).

Different superscript small letters (a,b,c,d) in the same line represents significant difference among seasons (p<0.05). Different superscript capital letters (A,B,C) in the same row represents significant difference among stations (p<0.05).

Deniz salyangozlarının ortalama % net et verimi değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde sonbahar ve kış mevsimlerinde yüksek, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise nispeten düşük değerler gözlenmiştir. Değerlere bakıldığında en yüksek % net et verimi yaz mevsiminde %20,62 ile Artvin ilinde, en düşük değer ise yaz mevsiminde % 18,34 ile Giresun ilinde bulunmuştur (Tablo 1). Mevsimsel bazda değişimlerin önemini tespit etmek için yapılan istatistiksel analiz sonucunda kış mevsimi dışında ki diğer mevsimlerde istasyonlar arasındaki değişimin istatistiki açıdan önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Deniz salyangozlarının en yüksek % kuru madde miktarı yaz mevsiminde, en düşük değeri ise sonbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Bu değerler Giresun ilinde % 23,07-24,98 arasında, Trabzon ilinde % 24,21-25,91 arasında, Rize ilinde % 23,93-25,61 ve Artvin ilinde % 23,60-25,65 arasında değişim göstermektedir. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde istasyonlar arası karşılaştırma yapıldığında herhangi bir istatistiki fark bulunmazken (p>0.05), diğer mevsimlerde tespit edilen farkların önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. İstasyonlardan elde edilen % ham kül değerleri en yüksek % 2,57, en düşük ise % 2,14 olarak bulunmuştur. En yüksek değer ilkbahar mevsiminde Giresun ilinde, en düşük değer ise sonbahar mevsiminde Rize ilinde tespit edilmiştir. Elde edilen veriler istatistiki olarak karşılaştırıldığında ilkbahar mevsiminde Giresun istasyonu, diğer istasyonlara göre farkın önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. İstasyonların mevsimsel değişimi istatistiki olarak incelendiğinde ise Trabzon ve Artvin illerinde hiçbir mevsimde fark bulunmazken (p>0.05), Giresun ve Rize illerinde mevsimler arasında % ham kül değeri açısından farklar (p<0.05) tespit edilmiştir. Yapılan % ham protein analizleri sonucunda en yüksek değer % 17,89 ile sonbahar mevsiminde Trabzon ilinde, en düşük değer ise % 15,27 ile kış mevsiminde Artvin ilinde tespit edilmiştir. Bu değerlere mevsimsel açıdan bakıldığında ilkbahar ve yaz mevsiminde yükseliş göstermiştir. Kış mevsiminde ortalama değer % 15,36 iken yaz mevsiminde bu değer % 17,16 olmuş ve takribi % 2'lik bir artış göstermiştir. Aynı mevsimde farklı istasyonlardan elde edilen % ham protein değerleri karşılaştırıldığında sonbahar ve yaz mevsimlerinde elde edilen değerlerde farkın önemli (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin % ham yağ değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde en yüksek değerlerin kış mevsiminde en düşük değerlerin ise yaz mevsimin de olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük değer sırasıyla kış mevsiminde % 0,74, yaz mevsiminde % 0,44 ile Artvin ilinde bulunmuştur. Ham yağ değerleri Giresun ilinde % 0,47-0,71 arasında, Trabzon ilinde

% 0,47-0,71 arasında, Rize ilinde % 0,49-0,72 arasında değişim göstermektedir. Analizler sonucu farklı istasyonlardan aynı mevsimde elde edilen ham yağ değerlerindeki değişim istatistiki olarak karşılaştırıldığında önemli bir farkın olmadığı (p>0.05) tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin mevsimsel olarak karşılaştırıldığında sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinin benzer yaz ve kış mevsimlerinin ise farklı (p>0.05) olduğu görülmüştür. Örneklerin % glikojen değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde en yüksek değer ilkbahar mevsiminde, en düşük değer ise sonbahar mevsimin de tespit edilmiştir. Yüzde glikojen değerleri Giresun ilinde % 4,57-5,71 arasında, Trabzon ilinde % 4,10-5,91 arasında, Rize ilinde % 3,96-6,24, Artvin ilinde ise % 4,27-6,45 arasında değişim göstermektedir. Analizler sonucu farklı istasyonlardan aynı mevsimde elde edilen % glikojen değerlerindeki değişim istatistiki olarak karşılaştırıldığında farkın önemli (p<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin mevsimsel olarak karşılaştırılması sonucunda sonbahar ve ilkbahar mevsimleri birbirleri ile benzer, yaz ve kış mevsimleri de birbirine benzer olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Doğu Karadeniz bölgesindeki istasyonlardan ilkbahar mevsiminde elde edilen örneklerin yağ asitleri miktarları Tablo 2'de verilmiştir. Doymuş yağ asitlerinden (DYA) palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0) yüksek düzeylerde bulunmuş ve genel ortalamaları sırası ile 33,53 mg/100g ve 35,46 mg/100g olarak tespit edilmiştir. İstasyonlardan elde edilen bu değerler istatistiki olarak karşılaştırıldığında palmitik asitte sadece Trabzon istasyonu diğer istasyonlardan farklılık göstermiş (p<0.05), stearik asitte ise istasyonlar arası herhangi bir farklılık bulunamamıştır (p>0.05). Bu mevsimde  $\Sigma$ DYA miktarı ortalama değeri 82,89 mg/100g olarak tespit edilmiş, istasyonlardan elde edilen  $\Sigma$ DYA miktarları istatistiki olarak karşılaştırıldığında ise herhangi bir fark bulunamamıştır (p>0.05). İlkbahar mevsiminde tekli doymamış yağ asitleri (TDYA) arasında heneikosanoik asit (C20:1) ve oleik asit (C18:1) miktarları diğer yağ asitlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Çoklu doymamış yağ asidi (ÇDYA) grubunda en yüksek miktarlar araşidonik (C20:4n6), eikosapentaenoik (C20:5n3), dokosaheptaenoik (C22:6n3) asitlerde tespit edilmiştir. Bu değerler sırası ile 46,59 mg/100g, 28,35 mg/100g ve 22,66 mg/100g dir. Bu üç yağ asidinin de istasyonlar arasındaki değişimleri istatistiki olarak karşılaştırıldığında eikosapentaenoik asit hariç herhangi bir fark gözlenmemiştir (p>0.05). Toplam EPA ve DHA miktarı ise 52,62 mg/ 100g ile 53,80 mg/100g arasında olup  $\Sigma$ n6/ $\Sigma$ n3 oranı ise 1,20 ile 1,05 arasında değiştiği bulunmuştur (Tablo 2).

**Tablo 2.** Deniz salyangozlarının ilkbahar mevsiminde istasyonlardaki yenilebilir etteki yağ asidi miktarları (mg/100 g)**Table 2.** Values of fatty acid composition for edible tissues of sea snail in spring (mg/100 g)

| Yağ Asidi Tipi     | Giresun                        | Trabzon                        | Rize                            | Artvin                         | Genel Ort.          |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| C14:0              | 6,63±1,11 <sup>a</sup>         | 3,93±0,48 <sup>b</sup>         | 5,36±2,08 <sup>a</sup>          | 5,49±0,66 <sup>a</sup>         | 5,35±1,11           |
| C15:0              | 2,77±0,15 <sup>c</sup>         | 3,76±0,24 <sup>b</sup>         | 5,98±0,11 <sup>a</sup>          | 5,24±0,64 <sup>a</sup>         | 4,44±1,44           |
| C16:0              | 43,13±3,13 <sup>c</sup>        | 28,01±1,59 <sup>a</sup>        | 34,79±0,38 <sup>a</sup>         | 28,18±1,54 <sup>b</sup>        | 33,53±7,14          |
| C17:0              | 5,07±0,50 <sup>c</sup>         | 2,95±0,11 <sup>a</sup>         | 3,62±0,57 <sup>b</sup>          | 4,80±1,54 <sup>c</sup>         | 4,11±1,00           |
| C18:0              | 36,72±1,28 <sup>a</sup>        | 36,77±3,67 <sup>a</sup>        | 35,70±5,99 <sup>a</sup>         | 32,64±2,39 <sup>a</sup>        | 35,46±1,94          |
| <b>ΣDYA</b>        | <b>94,33±5,16<sup>c</sup></b>  | <b>75,41±4,44<sup>a</sup></b>  | <b>85,45±7,01<sup>b</sup></b>   | <b>76,36±2,40<sup>a</sup></b>  | <b>82,89±8,87</b>   |
| C17:1              | 3,80±0,46 <sup>a</sup>         | 4,45±0,55 <sup>a</sup>         | 4,02±0,38 <sup>a</sup>          | 3,59±0,27 <sup>a</sup>         | 3,96±0,37           |
| C18:1n9t           | 0,42±0,04 <sup>b</sup>         | 0,94±0,16 <sup>a</sup>         | 1,10±0,34 <sup>a</sup>          | 0,86±0,30 <sup>a</sup>         | 0,83±0,29           |
| C18:1n9c           | 7,67±1,36 <sup>a</sup>         | 5,45±0,51 <sup>b</sup>         | 7,14±1,16 <sup>a</sup>          | 5,19±0,47 <sup>b</sup>         | 6,37±1,23           |
| C20:1              | 28,03±1,28 <sup>a</sup>        | 28,01±1,96 <sup>a</sup>        | 28,09±3,64 <sup>a</sup>         | 26,95±2,30 <sup>a</sup>        | 27,77±0,55          |
| C22:1n9            | 2,12±0,73 <sup>b</sup>         | 1,09±0,15 <sup>a</sup>         | 0,96±0,15 <sup>a</sup>          | 0,99±0,22 <sup>a</sup>         | 1,29±0,56           |
| <b>ΣTDYA</b>       | <b>42,03±2,41<sup>a</sup></b>  | <b>39,94±2,23<sup>a</sup></b>  | <b>41,32±2,29<sup>a</sup></b>   | <b>37,59±2,01<sup>a</sup></b>  | <b>40,22±1,96</b>   |
| C18:2n6c           | 11,82±1,03 <sup>a</sup>        | 9,82±0,07 <sup>a</sup>         | 10,43±1,18 <sup>a</sup>         | 8,37±3,10 <sup>a</sup>         | 10,11±1,43          |
| C20:2              | 8,66±0,84 <sup>a</sup>         | 11,83±0,53 <sup>b</sup>        | 7,16±0,42 <sup>a</sup>          | 6,85±1,90 <sup>a</sup>         | 8,62±2,28           |
| C20:4n6            | 52,28±1,22 <sup>c</sup>        | 46,49±3,20 <sup>b</sup>        | 46,29±4,02 <sup>b</sup>         | 41,31±3,59 <sup>a</sup>        | 46,59±4,48          |
| C20:5n3            | 29,51±3,67 <sup>c</sup>        | 29,76±1,22 <sup>c</sup>        | 26,58±1,31 <sup>a</sup>         | 27,55±2,50 <sup>b</sup>        | 28,35±1,54          |
| C22:6n3            | 24,29±1,62 <sup>a</sup>        | 22,86±2,36 <sup>a</sup>        | 23,37±3,49 <sup>a</sup>         | 20,11±2,71 <sup>a</sup>        | 22,66±1,80          |
| <b>ΣÇDYA</b>       | <b>126,57±3,88<sup>c</sup></b> | <b>120,76±1,18<sup>c</sup></b> | <b>113,82±10,41<sup>b</sup></b> | <b>104,18±1,20<sup>a</sup></b> | <b>116,33±18,04</b> |
| <b>ΣÇDYA/ΣDYA</b>  | <b>1,34</b>                    | <b>1,61</b>                    | <b>1,33</b>                     | <b>1,36</b>                    | <b>1,41</b>         |
| <b>ΣÇDYA/ΣTDYA</b> | <b>3,01</b>                    | <b>3,03</b>                    | <b>2,75</b>                     | <b>2,77</b>                    | <b>2,90</b>         |
| <b>EPA+DHA</b>     | <b>53,80</b>                   | <b>52,62</b>                   | <b>49,95</b>                    | <b>47,66</b>                   | <b>51,01</b>        |
| <b>Σn3/Σn6</b>     | <b>0,84</b>                    | <b>0,94</b>                    | <b>0,88</b>                     | <b>0,96</b>                    | <b>0,91</b>         |
| <b>Σn6/Σn3</b>     | <b>1,19</b>                    | <b>1,07</b>                    | <b>1,13</b>                     | <b>1,04</b>                    | <b>1,11</b>         |

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) istasyonlar arasındaki farkı gösterir (p<0.05). DYA: Doymuş yağ asidi

TDYA: Tekli doymamış yağ asidi, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asidi, EPA: Eikosapentaenoik yağ asidi, DHA: Dokosahegzaenoik yağ asidi

Different superscript small letters (a,b,c,d) in the same line represents significant difference among stations (p<0.05).

DYA: Saturated fatty acid; TDYA: Monounsaturated fatty acids, ÇDYA: Polyunsaturated fatty acids, EPA: Eikosapentaenoic fatty acid,

DHA: Dokosahegzaenoic fatty acids

Doğu Karadeniz bölgesindeki istasyonlardan yaz mevsiminde elde edilen örneklerin yağ asitleri miktarları **Tablo 3**'de verilmiştir. Yapılan analizler sonucunda doymuş yağ asitlerinden (DYA) palmitik asit ve stearik asit yüksek düzeylerde bulunmuş ve istasyonlara göre genel ortalaması sırası ile 19,09 mg/100g ve 16,68 mg/100g olarak tespit edilmiştir. İstasyonlardan elde edilen bu değerler istatistiki olarak karşılaştırıldığında farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir (p>0.05). Bu mevsimde ΣDYA miktarı ortalama değeri 44,80 mg/100g olarak tespit edilmiştir. İstasyonlardan elde edilen ΣDYA miktarları arasındaki farkın önemsiz (p>0.05) olduğu bulunmuştur. Yaz mevsiminde TDYA arasında heneikosanoik asit ve oleik asit miktarları diğer yağ asitlerine göre daha fazla bulunmuştur. Bu değerlerin genel ortalaması sırası ile 22,93 mg/100g ve 3,65 mg/100g olarak tespit edilmiş olup istasyonlardan elde edilen veriler istatistiki açıdan karşılaştırıldığında herhangi bir fark gözlenmemiştir (p>0.05). Bu mevsimde ÇDYA grubunda en yüksek miktarlar arasıdonik ve dokosahegzaenoik asitlerde tespit edilmiştir. Bu değerler sırası ile 24,93 mg/100g ve 15,73 mg/100g'dır. Bu iki yağ asidi değerindeki değişimin istasyonlar arasında önemsiz (p>0.05) olduğu belirlenmiştir. Eikosapentaenoik asidin ortalama miktarı 11,67 mg/100g olup istasyonlar arası karşılaştırılma yapıldığında sadece Artvin ilinin farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0.05). Toplam EPA ve DHA miktarı 26,00 mg/100g ile 29,48 mg/100g arasında olup Σn6/Σn3 oranı ise 0,94 ile 1,23 arasında olduğu bulunmuştur.

Sonbahar mevsiminde elde edilen örneklerin yağ asitleri miktarları **Tablo 4**'de verilmiştir. Bu mevsimdeki örneklerde doymuş yağ asitlerinden palmitik asit ve stearik asit yüksek düzeylerde bulunmuştur. Bu yağ asitlerinin istasyonlara göre ortalaması sırası ile 25,56 mg/100g ve 29,21 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Palmitik asit en yüksek Rize istasyonunda bulunurken stearik asidin en yüksek değerine Trabzon istasyonunda rastlanmıştır. İstasyonlardan elde edilen bu değerler arasında herhangi bir fark bulunamamıştır (p>0.05). Bu mevsimde ΣDYA miktarı ortalama değeri 66,08 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde TDYA arasında oleik asit ve heneikosanoik asit miktarları diğer yağ asidi cinslerine göre daha fazla bulunmuştur. Bu değerlerin genel ortalaması sırası ile 5,93 mg/100g ve 37,35 mg/100g olarak tespit edilmiş olup istasyonlardan elde edilen veriler istatistiki açıdan karşılaştırıldığında herhangi bir fark bulunamamıştır (p>0.05). Bu mevsimde ÇDYA değeri en yüksek 113,64 mg/100g ile Trabzon ilinde, en düşük 99,54 mg/100g oranı ile Rize ilinde bulunmuştur. ÇDYA grubunda en yüksek miktarlar arasıdonik, eikosapentaenoik ve dokosahegzaenoik asitlerde belirlenmiştir. Bu değerler sırası ile 41,95 mg/100g, 23,72 mg/100g ve 24,27 mg/100g olarak hesaplanmıştır. Bu üç yağ asidi değerindeki değişimin istasyonlar arasındaki farkın önemsiz (p>0.05) olduğu belirlenmiştir. Yaz mevsiminde istasyonlardan elde edilen Σn6/Σn3 oranı ise 1,01 ile 1,14 arasında değişmekte olup ortalama değeri 1,07 tespit edilmiştir (**Tablo 4**).

**Tablo 3.** Deniz salyangozlarının yaz mevsiminde istasyonlardaki yenilebilir etteki yağ asidi miktarları (mg/100 g)**Table 3.** Values of fatty acid composition for edible tissues of sea snail in summer (mg/100 g)

| Yağ Asidi Tipi     | Giresun                       | Trabzon                       | Rize                          | Artvin                        | Genel Ort.        |
|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| C14:0              | 3,90±0,62 <sup>a</sup>        | 3,09±0,05 <sup>a</sup>        | 3,39±0,35 <sup>a</sup>        | 2,87±0,99 <sup>a</sup>        | 3,31±0,45         |
| C15:0              | 3,14±2,10 <sup>a</sup>        | 2,86±2,03 <sup>a</sup>        | 3,70±1,94 <sup>a</sup>        | 2,80±0,44 <sup>a</sup>        | 3,13±0,41         |
| C16:0              | 17,42±1,00 <sup>a</sup>       | 16,46±1,01 <sup>a</sup>       | 18,68±0,27 <sup>a</sup>       | 14,16±0,63 <sup>b</sup>       | 16,68±1,91        |
| C17:0              | 2,41±0,55 <sup>a</sup>        | 2,52±0,92 <sup>a</sup>        | 3,64±1,34 <sup>b</sup>        | 1,84±0,21 <sup>c</sup>        | 2,61±0,75         |
| C18:0              | 18,98±1,15 <sup>a</sup>       | 20,90±0,37 <sup>b</sup>       | 22,49±0,54 <sup>b</sup>       | 13,94±1,79 <sup>c</sup>       | 19,08±3,71        |
| <b>ΣDYA</b>        | <b>45,86±0,78<sup>a</sup></b> | <b>45,83±1,80<sup>a</sup></b> | <b>51,89±3,37<sup>b</sup></b> | <b>35,62±0,78<sup>c</sup></b> | <b>44,80±6,75</b> |
| C17:1              | 2,78±0,27 <sup>a</sup>        | 2,25±0,13 <sup>a</sup>        | 2,45±0,54 <sup>a</sup>        | 1,76±0,16 <sup>b</sup>        | 2,31±0,43         |
| C18:1n9t           | 0,23±0,00 <sup>a</sup>        | 0,55±0,09 <sup>b</sup>        | 0,43±0,12 <sup>b</sup>        | 0,29±0,09 <sup>a</sup>        | 0,37±0,15         |
| C18:1n9c           | 3,79±0,63 <sup>a</sup>        | 3,61±0,62 <sup>a</sup>        | 4,22±0,82 <sup>b</sup>        | 3,00±0,04 <sup>c</sup>        | 3,65±0,51         |
| C20:1              | 21,48±1,99 <sup>a</sup>       | 25,47±2,54 <sup>b</sup>       | 26,44±2,21 <sup>b</sup>       | 18,33±2,05 <sup>c</sup>       | 22,93±3,74        |
| C22:1n9            | 0,77±0,22 <sup>a</sup>        | 0,57±0,17 <sup>a</sup>        | 2,40±0,85 <sup>b</sup>        | 1,02±0,24 <sup>c</sup>        | 1,19±0,83         |
| <b>ΣTDYA</b>       | <b>29,05±1,42<sup>a</sup></b> | <b>32,45±1,79<sup>a</sup></b> | <b>35,94±4,29<sup>b</sup></b> | <b>24,39±1,70<sup>a</sup></b> | <b>30,45±4,93</b> |
| C18:2n6c           | 4,73±0,70 <sup>a</sup>        | 5,97±0,36 <sup>b</sup>        | 6,79±0,67 <sup>b</sup>        | 4,60±0,19 <sup>a</sup>        | 5,52±1,05         |
| C20:2              | 4,64±0,51 <sup>a</sup>        | 6,56±0,95 <sup>b</sup>        | 5,46±0,11 <sup>c</sup>        | 4,55±0,23 <sup>a</sup>        | 5,30±0,93         |
| C20:4n6            | 25,77±1,69 <sup>a</sup>       | 26,02±1,67 <sup>a</sup>       | 28,00±0,91 <sup>b</sup>       | 19,94±0,88 <sup>c</sup>       | 24,93±3,47        |
| C20:5n3            | 11,39±0,07 <sup>b</sup>       | 11,09±1,58 <sup>b</sup>       | 11,22±0,11 <sup>b</sup>       | 12,99±1,01 <sup>a</sup>       | 11,67±0,89        |
| C22:6n3            | 16,72±0,47 <sup>a</sup>       | 14,91±1,14 <sup>b</sup>       | 18,26±1,41 <sup>a</sup>       | 13,04±1,25 <sup>b</sup>       | 15,73±2,26        |
| <b>ΣÇDYA</b>       | <b>63,25±2,50<sup>a</sup></b> | <b>64,55±0,09<sup>a</sup></b> | <b>69,72±1,66<sup>b</sup></b> | <b>55,12±3,11<sup>c</sup></b> | <b>63,16±6,04</b> |
| <b>ΣÇDYA/ΣDYA</b>  | <b>1,38</b>                   | <b>1,41</b>                   | <b>1,34</b>                   | <b>1,55</b>                   | <b>1,40</b>       |
| <b>ΣÇDYA/ΣTDYA</b> | <b>2,17</b>                   | <b>1,98</b>                   | <b>1,94</b>                   | <b>2,26</b>                   | <b>2,07</b>       |
| <b>EPA+DHA</b>     | <b>28,11</b>                  | <b>26,00</b>                  | <b>29,48</b>                  | <b>26,03</b>                  | <b>27,40</b>      |
| <b>Σn3/Σn6</b>     | <b>0,93</b>                   | <b>0,82</b>                   | <b>0,85</b>                   | <b>1,06</b>                   | <b>0,91</b>       |
| <b>Σn6/Σn3</b>     | <b>1,08</b>                   | <b>1,23</b>                   | <b>1,18</b>                   | <b>0,94</b>                   | <b>1,11</b>       |

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) istasyonlar arasındaki farkı gösterir (p<0.05). DYA: Doymuş yağ asidi, TDYA: Tekli doymamış yağ asidi, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asidi, EPA: Eikosapentaenoik yağ asidi, DHA: Dokosahegzaenoik yağ asidi

Different superscript small letters (a,b,c,d) in the same line represents significant difference among stations (p<0.05). DYA: Saturated fatty acid; TDYA: Monounsaturated fatty acids, ÇDYA: Polyunsaturated fatty acids, EPA: Eicosapentaenoic fatty acid, DHA: Docosahegzaenoic fatty acids

**Tablo 4.** Deniz salyangozlarının sonbahar mevsiminde istasyonlardaki yenilebilir etteki yağ asidi miktarları (mg/100 g)**Table 4.** Values of fatty acid composition for edible tissues of sea snail in autumn (mg/100 g)

| Yağ Asidi Tipi     | Giresun                        | Trabzon                        | Rize                           | Artvin                        | Genel Ort.         |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| C14:0              | 4,66±1,24 <sup>a</sup>         | 3,88±0,95 <sup>a</sup>         | 4,57±0,43 <sup>a</sup>         | 4,46±0,52 <sup>a</sup>        | 4,39±0,35          |
| C15:0              | 2,26±0,56 <sup>a</sup>         | 2,75±1,28 <sup>a</sup>         | 3,29±0,62 <sup>a</sup>         | 4,65±0,41 <sup>b</sup>        | 3,24±1,03          |
| C16:0              | 22,45±0,00 <sup>a</sup>        | 25,35±1,67 <sup>a</sup>        | 29,10±1,70 <sup>b</sup>        | 25,32±2,96 <sup>a</sup>       | 25,56±2,73         |
| C17:0              | 4,26±0,14 <sup>a</sup>         | 3,52±0,86 <sup>b</sup>         | 3,07±0,99 <sup>b</sup>         | 3,85±0,57 <sup>b</sup>        | 3,68±0,50          |
| C18:0              | 27,87±0,42 <sup>a</sup>        | 31,86±2,68 <sup>b</sup>        | 28,57±3,91 <sup>a</sup>        | 28,55±4,37 <sup>a</sup>       | 29,21±1,79         |
| <b>ΣDYA</b>        | <b>61,50±1,51<sup>a</sup></b>  | <b>67,37±5,72<sup>b</sup></b>  | <b>68,60±3,01<sup>b</sup></b>  | <b>66,84±8,01<sup>b</sup></b> | <b>66,08±3,14</b>  |
| C17:1              | 3,76±0,91 <sup>a</sup>         | 3,76±1,09 <sup>a</sup>         | 3,81±0,95 <sup>a</sup>         | 3,68±0,32 <sup>a</sup>        | 3,75±0,05          |
| C18:1n9t           | 0,81±0,20 <sup>a</sup>         | 1,41±0,23 <sup>b</sup>         | 1,22±0,37 <sup>b</sup>         | 0,76±0,16 <sup>a</sup>        | 1,05±0,31          |
| C18:1n9c           | 5,78±1,17 <sup>a</sup>         | 6,41±1,14 <sup>a</sup>         | 6,11±1,43 <sup>a</sup>         | 5,42±0,65 <sup>a</sup>        | 5,93±0,42          |
| C20:1              | 37,29±1,35 <sup>a</sup>        | 37,34±3,10 <sup>a</sup>        | 37,80±0,40 <sup>a</sup>        | 36,97±0,97 <sup>a</sup>       | 37,35±0,34         |
| C22:1n9            | 2,07±0,02 <sup>a</sup>         | 3,27±0,97 <sup>b</sup>         | 2,80±0,10 <sup>b</sup>         | 2,05±0,29 <sup>a</sup>        | 2,55±0,60          |
| <b>ΣTDYA</b>       | <b>49,72±0,54<sup>a</sup></b>  | <b>52,19±0,12<sup>a</sup></b>  | <b>51,74±2,25<sup>a</sup></b>  | <b>48,88±1,43<sup>a</sup></b> | <b>50,63±1,59</b>  |
| C18:2n6c           | 12,91±0,12 <sup>a</sup>        | 9,63±0,28 <sup>b</sup>         | 9,74±1,89 <sup>b</sup>         | 6,58±0,96 <sup>c</sup>        | 9,72±2,58          |
| C20:2              | 8,44±1,37 <sup>a</sup>         | 8,58±0,23 <sup>a</sup>         | 5,87±0,28 <sup>b</sup>         | 5,58±0,62 <sup>b</sup>        | 7,12±1,61          |
| C20:4n6            | 39,20±3,81 <sup>a</sup>        | 44,56±2,96 <sup>a</sup>        | 43,25±4,23 <sup>a</sup>        | 40,79±3,64 <sup>a</sup>       | 41,95±2,41         |
| C20:5n3            | 23,72±3,01 <sup>a</sup>        | 25,43±2,97 <sup>a</sup>        | 21,96±1,77 <sup>a</sup>        | 23,78±3,74 <sup>a</sup>       | 23,72±1,41         |
| C22:6n3            | 24,61±1,02 <sup>a</sup>        | 25,45±1,50 <sup>a</sup>        | 24,23±1,54 <sup>a</sup>        | 22,80±1,88 <sup>a</sup>       | 24,27±1,11         |
| <b>ΣÇDYA</b>       | <b>108,87±1,27<sup>a</sup></b> | <b>113,64±4,38<sup>a</sup></b> | <b>105,06±0,70<sup>a</sup></b> | <b>99,54±0,41<sup>a</sup></b> | <b>106,78±5,97</b> |
| <b>ΣÇDYA/ΣDYA</b>  | <b>1,77</b>                    | <b>1,69</b>                    | <b>1,53</b>                    | <b>1,49</b>                   | <b>1,62</b>        |
| <b>ΣÇDYA/ΣTDYA</b> | <b>2,18</b>                    | <b>2,17</b>                    | <b>2,03</b>                    | <b>2,03</b>                   | <b>2,10</b>        |
| <b>EPA+DHA</b>     | <b>48,33</b>                   | <b>50,88</b>                   | <b>46,20</b>                   | <b>46,58</b>                  | <b>48,00</b>       |
| <b>Σn3/Σn6</b>     | <b>0,93</b>                    | <b>0,94</b>                    | <b>0,88</b>                    | <b>0,99</b>                   | <b>0,93</b>        |
| <b>Σn6/Σn3</b>     | <b>1,07</b>                    | <b>1,06</b>                    | <b>1,14</b>                    | <b>1,01</b>                   | <b>1,07</b>        |

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) istasyonlar arasındaki farkı gösterir (p<0.05). DYA: Doymuş yağ asidi TDYA: Tekli doymamış yağ asidi, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asidi, EPA: Eikosapentaenoik yağ asidi, DHA: Dokosahegzaenoik yağ asidi Different superscript small letters (a,b,c,d) in the same line represents significant difference among stations (p<0.05). DYA: Saturated fatty acid; TDYA: Monounsaturated fatty acids, ÇDYA: Polyunsaturated fatty acids, EPA: Eikosapentaenoic fatty acid, DHA: Dokosahegzaenoic fatty acids

Kış mevsiminde elde edilen örneklerin yağ asitleri miktarlarının yüzde oranları değerleri **Tablo 5**'de verilmiştir. Palmitik asit en yüksek Giresun istasyonunda bulunurken stearik asidin en yüksek değerine Trabzon istasyonunda rastlanmıştır. İstasyonlardan elde edilen bu değerler istatistiki olarak karşılaştırıldığında istasyonlar arası herhangi bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Bu mevsimde  $\Sigma$ DYA miktarı ortalama değeri 109,38 mg/100g olarak tespit edilmiştir. İstasyonlardan elde edilen  $\Sigma$ DYA miktarları karşılaştırıldığında Rize istasyonu hariç herhangi bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ). Kış mevsiminde TDYA arasında heneikosanoik asit ve oleik asit miktarları diğer yağ asitlerine göre daha fazla bulunmuştur.

Bu değerlerin genel ortalaması sırası ile 33,42 mg/100g ve 10,84 mg/100g olarak tespit edilmiş olup istasyonlardan elde edilen değerler karşılaştırıldığında farkın önemsiz ( $p>0.05$ ) olduğu bulunmuştur.  $\Sigma$ DYA grubun genel ortalamada en yüksek miktarlar araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosahegzaenoik asitlerde tespit edilmiş ve sırasıyla 67,26 mg/100g, 57,75 mg/100g ve 35,67 mg/100g olarak bulunmuştur. Bu üç yağ asidi değerindeki değişimin istasyonlar arasındaki farkın önemsiz ( $p>0.05$ ) olduğu belirlenmiştir. Toplam EPA ve DHA miktarı ise 97,10 mg/100g ile 85,74 mg/100g arasında olup  $\Sigma n6/\Sigma n3$  oranı ise 0,91 ile 0,86 arasında değişmiştir (**Tablo 5**).

**Tablo 5.** Deniz salyangozlarının kış mevsiminde istasyonlardaki yenilebilir etteki yağ asidi miktarları (mg/100 g)  
**Table 5.** Values of fatty acid composition for edible tissues of sea snail in winter (mg/100 g)

| Yağ Asidi Tipi               | Giresun                         | Trabzon                         | Rize                           | Artvin                         | Genel Ort.        |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
| C14:0                        | 9,95 $\pm$ 2,49 <sup>a</sup>    | 5,57 $\pm$ 1,81 <sup>b</sup>    | 6,79 $\pm$ 1,50 <sup>b</sup>   | 9,01 $\pm$ 3,26 <sup>a</sup>   | 7,83 $\pm$ 2,01   |
| C15:0                        | 3,16 $\pm$ 0,57 <sup>a</sup>    | 3,96 $\pm$ 2,30 <sup>a</sup>    | 3,39 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>   | 5,51 $\pm$ 1,28 <sup>b</sup>   | 4,01 $\pm$ 1,06   |
| C16:0                        | 48,50 $\pm$ 4,93 <sup>a</sup>   | 43,02 $\pm$ 3,52 <sup>c</sup>   | 39,37 $\pm$ 3,91 <sup>bc</sup> | 51,70 $\pm$ 2,71 <sup>a</sup>  | 45,65 $\pm$ 5,51  |
| C17:0                        | 5,74 $\pm$ 0,76 <sup>a</sup>    | 6,16 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>    | 4,83 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>   | 5,41 $\pm$ 0,67 <sup>a</sup>   | 5,53 $\pm$ 0,56   |
| C18:0                        | 42,79 $\pm$ 3,09 <sup>a</sup>   | 52,76 $\pm$ 6,47 <sup>b</sup>   | 43,68 $\pm$ 4,85 <sup>a</sup>  | 46,20 $\pm$ 3,20 <sup>a</sup>  | 46,36 $\pm$ 4,51  |
| $\Sigma$ DYA                 | 110,14 $\pm$ 11,83 <sup>a</sup> | 111,48 $\pm$ 14,70 <sup>a</sup> | 98,06 $\pm$ 6,91 <sup>b</sup>  | 117,84 $\pm$ 4,60 <sup>a</sup> | 109,38 $\pm$ 8,26 |
| C17:1                        | 5,66 $\pm$ 0,60 <sup>a</sup>    | 5,61 $\pm$ 0,89 <sup>a</sup>    | 4,90 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>   | 5,55 $\pm$ 1,45 <sup>a</sup>   | 5,43 $\pm$ 0,36   |
| C18:1n9t                     | 2,05 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>    | 2,30 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>    | 2,16 $\pm$ 0,39 <sup>a</sup>   | 1,97 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>   | 2,12 $\pm$ 0,14   |
| C18:1n9c                     | 13,30 $\pm$ 2,25 <sup>a</sup>   | 10,58 $\pm$ 0,89 <sup>b</sup>   | 9,73 $\pm$ 1,11 <sup>b</sup>   | 9,75 $\pm$ 2,50 <sup>b</sup>   | 10,84 $\pm$ 1,69  |
| C20:1                        | 32,04 $\pm$ 0,87 <sup>b</sup>   | 33,38 $\pm$ 4,06 <sup>b</sup>   | 30,72 $\pm$ 3,05 <sup>a</sup>  | 37,54 $\pm$ 4,45 <sup>b</sup>  | 33,42 $\pm$ 2,96  |
| C22:1n9                      | 2,55 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>    | 2,58 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>    | 3,49 $\pm$ 0,50 <sup>b</sup>   | 3,50 $\pm$ 0,76 <sup>b</sup>   | 3,03 $\pm$ 0,54   |
| $\Sigma$ TDYA                | 55,60 $\pm$ 3,06 <sup>b</sup>   | 54,45 $\pm$ 5,87 <sup>b</sup>   | 51,00 $\pm$ 4,55 <sup>a</sup>  | 58,32 $\pm$ 9,75 <sup>b</sup>  | 54,84 $\pm$ 3,03  |
| C18:2n6c                     | 14,41 $\pm$ 2,19 <sup>a</sup>   | 15,81 $\pm$ 1,89 <sup>a</sup>   | 20,56 $\pm$ 3,50 <sup>a</sup>  | 16,77 $\pm$ 4,86 <sup>a</sup>  | 16,89 $\pm$ 2,63  |
| C20:2                        | 10,91 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>   | 15,62 $\pm$ 1,46 <sup>b</sup>   | 13,59 $\pm$ 4,30 <sup>b</sup>  | 9,55 $\pm$ 1,80 <sup>a</sup>   | 12,42 $\pm$ 2,72  |
| C20:4n6                      | 64,94 $\pm$ 3,98 <sup>a</sup>   | 65,49 $\pm$ 4,93 <sup>a</sup>   | 67,85 $\pm$ 4,13 <sup>a</sup>  | 70,77 $\pm$ 5,82 <sup>a</sup>  | 67,26 $\pm$ 2,66  |
| C20:5n3                      | 54,98 $\pm$ 4,68 <sup>a</sup>   | 57,85 $\pm$ 7,93 <sup>a</sup>   | 58,65 $\pm$ 4,16 <sup>a</sup>  | 59,49 $\pm$ 7,33 <sup>a</sup>  | 57,75 $\pm$ 1,96  |
| C22:6n3                      | 30,75 $\pm$ 2,14 <sup>a</sup>   | 35,98 $\pm$ 2,44 <sup>b</sup>   | 38,45 $\pm$ 6,60 <sup>b</sup>  | 37,48 $\pm$ 3,20 <sup>b</sup>  | 35,67 $\pm$ 3,43  |
| $\Sigma$ ÇDYA                | 175,99 $\pm$ 4,11 <sup>a</sup>  | 190,75 $\pm$ 18,65 <sup>b</sup> | 199,10 $\pm$ 9,49 <sup>b</sup> | 194,06 $\pm$ 3,29 <sup>b</sup> | 189,97 $\pm$ 9,93 |
| $\Sigma$ ÇDYA/ $\Sigma$ DYA  | 1,60                            | 1,71                            | 2,03                           | 1,65                           | 1,74              |
| $\Sigma$ ÇDYA/ $\Sigma$ TDYA | 3,16                            | 3,50                            | 3,90                           | 0,32                           | 3,46              |
| EPA+DHA                      | 85,74                           | 93,83                           | 97,10                          | 96,98                          | 93,41             |
| $\Sigma n3/\Sigma n6$        | 1,09                            | 1,16                            | 1,10                           | 1,11                           | 1,11              |
| $\Sigma n6/\Sigma n3$        | 0,92                            | 0,86                            | 0,91                           | 0,90                           | 0,90              |

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) istasyonlar arasındaki farkı gösterir ( $p<0.05$ ). DYA: Doymuş yağ asidi. TDYA: Tekli doymamış yağ asidi, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asidi, EPA: Eikosapentaenoik yağ asidi, DHA: Dokosahegzaenoik yağ asidi

Different superscript small letters (a,b,c,d) in the same line represents significant difference among stations ( $p<0.05$ ). DYA: Saturated fatty acid; TDYA: Monounsaturated fatty acids, ÇDYA: Polyunsaturated fatty acids, EPA: Eicosapentaenoic fatty acid, DHA: Docosahegzaenoic fatty acids

İstasyonlardan elde edilen değerlerin mevsimsel ortalaması alınarak elde edilen yağ asitleri miktarları **Tablo 6**'da verilmiştir. Palmitik ve stearik asit değerleri en düşük yaz mevsiminde en yüksek ise kış mevsiminde bulunmuştur. Bu yağ asitlerinin yıllık genel ortalaması ise sırası ile 30,35 mg/100g ve 32,53 mg/100g olarak tespit edilmiştir.  $\Sigma$ DYA asitlerindeki mevsimsel değişimin istatistiki açıdan önemli olmadığı gözlenmiştir ( $p>0.05$ ). Bütün mevsimlerde TDYA içerisinde en fazla miktara heneikosanoik asit sahip olmuş ve yıllık ortalamada 30,37 mg/100g değeri elde edilmiştir. Mevsimlerde elde edilen değerler karşılaştırıldığında yaz ve

sonbahar mevsimleri kendi içerisinde benzer ( $p>0.05$ ), diğer mevsimlerden ise farklı bulunmuştur ( $p<0.05$ ).  $\Sigma$ TDYA miktarları 30,45 mg/100g ile 54,84 mg/100g arasında değişim göstermiş olup yaz ve ilkbahar mevsimlerinde bulunan değerler diğer mevsimlerden elde edilen değerler ile karşılaştırdığında farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Mevsimlerden elde edilen değerlerin genel ortalaması bakımından yağ asidi grupları arasında en yüksek miktar 119,05 mg/100g değeri ile ÇDYA grubunda bulunmuştur. Bu grupta en yüksek miktar araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosahegzaenoik asitlerde tespit edilmiştir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde EPA ve DHA

miktarlarındaki değişim diğer mevsimlerle karşılaştırıldığında farkın önemli ( $p<0,05$ ) olduğu bulunmuştur.  $\Sigma$ EPA ve DHA

miktarı ise 27,40 mg/100g ile 93,42 mg/100 g arasında olup  $\Sigma$ n6/ $\Sigma$ n3 oranı ise 1.10 ile 0.90 arasında değişmiştir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Mevsimsel olarak örnekleme yapılan istasyonlardan elde edilen yenilebilir etteki yağ asidi miktarlarının genel ortalaması (mg/100 g)  
**Table 6.** Mean values of fatty acid composition for edible tissues of sea snail representing different stations for all seasons (mg/100 g)

| Yağ Asidi Tipi                                         | İlkbahar                        | Yaz                           | Sonbahar                       | Kış                            | Genel ort           |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| C14:0                                                  | 5,35±1,11 <sup>bc</sup>         | 3,31±0,45 <sup>a</sup>        | 4,39±0,35 <sup>b</sup>         | 7,83±2,01 <sup>c</sup>         | 5,22±1,93           |
| C15:0                                                  | 4,44±1,44 <sup>a</sup>          | 3,13±0,41 <sup>a</sup>        | 3,24±1,03 <sup>a</sup>         | 4,01±1,06 <sup>a</sup>         | 3,70±0,63           |
| C16:0                                                  | 33,53±7,14 <sup>c</sup>         | 16,68±1,91 <sup>a</sup>       | 25,56±2,73 <sup>b</sup>        | 45,65±5,51 <sup>d</sup>        | 30,35±12,30         |
| C17:0                                                  | 4,11±1,00 <sup>a</sup>          | 2,61±0,75 <sup>a</sup>        | 3,68±0,50 <sup>a</sup>         | 5,53±0,56 <sup>a</sup>         | 3,98±1,21           |
| C18:0                                                  | 35,46±1,94 <sup>c</sup>         | 19,08±3,71 <sup>a</sup>       | 29,21±1,79 <sup>b</sup>        | 46,36±4,51 <sup>d</sup>        | 32,53±11,43         |
| <b><math>\Sigma</math>DYA</b>                          | <b>82,89±8,87<sup>a</sup></b>   | <b>44,80±6,75<sup>b</sup></b> | <b>66,08±3,14<sup>c</sup></b>  | <b>109,38±8,26<sup>d</sup></b> | <b>75,78±27,29</b>  |
| C17:1                                                  | 3,96±0,37 <sup>a</sup>          | 2,31±0,43 <sup>b</sup>        | 3,75±0,05 <sup>a</sup>         | 5,43±0,36 <sup>c</sup>         | 3,86±1,28           |
| C18:1n9t                                               | 0,83±0,29 <sup>a</sup>          | 0,37±0,15 <sup>b</sup>        | 1,05±0,31 <sup>a</sup>         | 2,12±0,14 <sup>c</sup>         | 1,09±0,74           |
| C18:1n9c                                               | 6,37±1,23 <sup>a</sup>          | 3,65±0,51 <sup>b</sup>        | 5,93±0,42 <sup>a</sup>         | 10,84±1,69 <sup>c</sup>        | 6,70±3,01           |
| C20:1                                                  | 27,77±0,55 <sup>a</sup>         | 22,93±3,74 <sup>b</sup>       | 37,35±0,34 <sup>c</sup>        | 33,42±2,96 <sup>d</sup>        | 30,37±6,33          |
| C22:1n9                                                | 1,29±0,56 <sup>a</sup>          | 1,19±0,83 <sup>a</sup>        | 2,55±0,60 <sup>b</sup>         | 3,03±0,54 <sup>b</sup>         | 2,01±0,92           |
| <b><math>\Sigma</math>TDYA</b>                         | <b>40,22±1,96<sup>a</sup></b>   | <b>30,45±4,93<sup>b</sup></b> | <b>50,63±1,59<sup>c</sup></b>  | <b>54,84±3,03<sup>c</sup></b>  | <b>44,04±10,94</b>  |
| C18:2n6c                                               | 10,11±1,43 <sup>a</sup>         | 5,52±1,05 <sup>b</sup>        | 9,72±2,58 <sup>a</sup>         | 16,89±2,63 <sup>c</sup>        | 10,56±4,70          |
| C20:2                                                  | 8,62±2,28 <sup>a</sup>          | 5,30±0,93 <sup>b</sup>        | 7,12±1,61 <sup>a</sup>         | 12,42±2,72 <sup>c</sup>        | 8,36±3,02           |
| C20:4n6                                                | 46,59±4,48 <sup>a</sup>         | 24,93±3,47 <sup>b</sup>       | 41,95±2,41 <sup>a</sup>        | 67,26±2,66 <sup>c</sup>        | 45,18±7,42          |
| C20:5n3                                                | 28,35±1,54 <sup>a</sup>         | 11,67±0,89 <sup>b</sup>       | 23,72±1,41 <sup>a</sup>        | 57,75±1,96 <sup>c</sup>        | 30,37±9,56          |
| C22:6n3                                                | 22,66±1,80 <sup>a</sup>         | 15,73±2,26 <sup>b</sup>       | 24,27±1,11 <sup>a</sup>        | 35,67±3,43 <sup>c</sup>        | 24,58±8,27          |
| <b><math>\Sigma</math>ÇDYA</b>                         | <b>116,33±18,04<sup>a</sup></b> | <b>63,16±6,04<sup>b</sup></b> | <b>106,78±5,97<sup>a</sup></b> | <b>189,97±9,93<sup>c</sup></b> | <b>119,05±23,00</b> |
| <b><math>\Sigma</math>ÇDYA/<math>\Sigma</math>DYA</b>  | <b>1,41</b>                     | <b>1,41</b>                   | <b>1,62</b>                    | <b>1,75</b>                    | <b>1,53</b>         |
| <b><math>\Sigma</math>ÇDYA/<math>\Sigma</math>TDYA</b> | <b>2,88</b>                     | <b>2,08</b>                   | <b>2,10</b>                    | <b>3,46</b>                    | <b>2,53</b>         |
| <b>EPA+DHA</b>                                         | <b>51,01</b>                    | <b>27,40</b>                  | <b>47,99</b>                   | <b>93,42</b>                   | <b>54,96</b>        |
| <b><math>\Sigma</math>n3/<math>\Sigma</math>n6</b>     | <b>0,91</b>                     | <b>0,91</b>                   | <b>0,93</b>                    | <b>1,11</b>                    | <b>0,97</b>         |
| <b><math>\Sigma</math>n6/<math>\Sigma</math>n3</b>     | <b>1,10</b>                     | <b>1,09</b>                   | <b>1,07</b>                    | <b>0,90</b>                    | <b>1,04</b>         |

Aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) istasyonlar arasındaki farkı gösterir ( $p<0,05$ ). DYA: Doymuş yağ asidi

TDYA: Tekli doymamış yağ asidi, ÇDYA: Çoklu doymamış yağ asidi, EPA: Eikosapentaenoik yağ asidi, DHA: Dokosahegzaenoik yağ asidi

Different superscript small letters (a,b,c,d) in the same line represents significant difference among stations ( $p<0,05$ ).

DYA: Saturated fatty acid; TDYA: Monounsaturated fatty acids, ÇDYA: Polyunsaturated fatty acids, EPA: Eicosapentaenoic fatty acid,

DHA: Docosahegzaenoic fatty acids

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırmada 67,72-74,27 mm boy ve 66,71-78,97 g toplam canlı ağırlığında deniz salyangozları kullanılmıştır. Karadeniz bölgesinde deniz salyangozu üzerine yapılan çalışmalarda farklı boy grupları tespit edilmiştir. Düzgüneş vd. (1992), Doğu Karadeniz'deki deniz salyangozunun ortalama boyunu 62,25 mm, ortalama ağırlığını ise 47,22 g olarak bildirmişlerdir. Ancak, Prodanov vd. (1995) ise Karadeniz'in Bulgaristan sahilinde deniz salyangozlarının ortalama boyunun 72-92 mm, ağırlığının ise 80-172 g olduğunu ifade etmişlerdir. Deniz salyangozlarından elde edilen boy ve ağırlık değerlerinin bu bölgede yapılan çalışmalar ile uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Deniz salyangozlarının net et verimi değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde kış ve sonbahar mevsimlerinde yüksek, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ise nispeten düşük değerler gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak deniz salyangozlarının üreme zamanının yaz mevsimi olması gösterilebilir. Nitekim Düzgüneş vd. (1992) yaptıkları çalışmada deniz salyangozlarının Doğu Karadeniz Bölgesinde üreme mevsimlerinin Temmuz ayı başlarında başladığı, Ağustos ayında pik yaptığı ve Eylül ayının sonunda ise yavaşlamaya başladığını bildirmişlerdir. Dört mevsimin et

verimi ortalaması ise % 19.50 olarak tespit edilmiştir. Düzgüneş vd. (1992), yaptıkları çalışmada avlanan salyangozların net et verimini % 17,21 olarak bildirmişlerdir. Ayrıca deniz canlılarının biyokimyasal kompozisyonu beslenme, mevsim, canlıların yaşadığı coğrafi bölge, büyüklük, cinsiyet, üreme döngüsüne bağlı olarak değişim göstermektedir (Güner vd., 1998). Bu bağlamda aynı türdeki canlıların farklı mevsimlerde ve bölgelerde biyokimyasal kompozisyonunda değişiklik göstermesi beklenen bir durumdur. Bu açıdan bakıldığında yapılan çalışmalarda canlıların biyokimyasal kompozisyonunun tam olarak ortaya koyulabilmesi için mevsimler, yaşam ortamı ve bölgeye besin girdisi, üreme döngüsü gibi faktörler mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Biyokimyasal analizlerden % kuru madde miktarına bakıldığında en yüksek değer % 25,91 en düşük ise % 23,07 olarak bulunmuştur. Bu değer mevsimlere ve istasyonlara bağlı olarak değişiklikler göstermekle beraber mevsimlerin genel ortalama değeri % 24,50'dir. Yüzde kuru madde miktarı ilkbahar ve yaz mevsimlerinde diğer mevsimlere göre nispeten daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak bu mevsimlerde canlıların beslenme faaliyetinin yoğun olduğu buna

bağlı olarak da kuru madde miktarında artış olduğu düşünülmektedir. Yaz mevsiminde deniz salyangozlarının kuru madde miktarının diğer mevsimlere göre daha yüksek oluşu [Düzgüneş vd. \(1992\)](#) yaptıkları çalışmada da gözlenmiştir.

Bu araştırmacıların Karadeniz'den avlanan deniz salyangozlarında besin değeri üzerine yaptıkları çalışmada, % kuru madde miktarını Ağustos ayında % 28,19 Aralık ayında ise daha düşük olarak % 27,50 bulmuşlardır. Deniz canlılarının ham kül değerinin etteki nem içeriğinin değişimi, canlıların hayat döngüsü, yaş ve mevsimlere göre farklılık gösterebileceği ifade edilmiştir ([Carpene vd., 1999](#)). Elde edilen örneklerin % ham kül değerleri kuru madde oranına benzer şekilde ilkbahar ve yaz mevsimlerinde diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur. [Düzgüneş ve Feyzioğlu \(1996\)](#) yaptıkları çalışmada Doğu Karadeniz'deki deniz salyangoz etinin yaklaşık olarak % 2 ham kül içerdiğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre çalışmada elde ettiğimiz % ham kül miktarlarının literatür ile uyumlu olduğu söylenebilir. Yapılan ham protein analizleri sonucunda en yüksek değer sonbahar mevsiminde en düşük değer ise kış mevsiminde tespit edilmiştir. Bu değere mevsimsel açıdan bakıldığında % ham protein miktarında ilkbahar ve yaz mevsiminde yükseliş gözlenmiştir. Beslenmenin yoğun olduğu aylarda protein miktarında artışlar görülmektedir. [Arslan \(2009\)](#), Karadeniz Bölgesinden temin edilen salyangozlar üzerine yaptığı çalışmada taze deniz salyangozun protein miktarının % 19,55 olduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada [Düzgüneş vd. \(1992\)](#), Karadeniz'den avlanan deniz salyangozlarının ham protein miktarını % 16,29 olarak bildirilmiştir. Çalışmada elde edilen % ham protein değeri Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur. Deniz canlılarının vücudundaki yağ yüzdesi enerji alımı ve yaşam siklusuna bağlıdır ([Gökçe vd., 2004](#)). Bununla birlikte yağ içeriği mevsim, avlamanın yapıldığı coğrafi bölge, büyüklük, cinsiyet, üreme döngüsüne bağlı olarak değişim göstermektedir ([Güner vd., 1998](#)). Yapılan analizlerde en yüksek oranda ham yağ kış mevsiminde, en düşük oranda ise yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Özellikle yaz ve sonbahar mevsiminde canlıların üreme dönemindeki aktivitesinden dolayı yağ miktarlarında düşüşler gözlenmiştir. [Merdzhanova vd. \(2014\)](#), sonbahar mevsiminde Bulgaristan kıyılarından avlanan deniz salyangozunun ham yağ miktarını % 0,55 olduğunu bildirmişlerdir. [Çelik vd. \(2014\)](#), Çanakkale bölgesinden temin ettikleri deniz salyangozunun ham yağ içeriğini % 0,60 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada genel olarak mevsimsel veya genel ortalamalara bakıldığında % ham yağ içeriği değerleri diğer çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada deniz salyangozunun üreme döneminin temmuz ayı başında başladığı Ağustos ayı sonuna kadar devam ettiği rapor edilmiştir ([Sağlam vd., 2008](#)). Deniz salyangozu üreme döneminde glikojen kaynaklarını gonad gelişimi için kullanmaktadır. Diğer mevsimlerde depoladığı glikojeni üreme dönemi olan yaz aylarında kullandığı ve bu dönemi takip eden sonbahar mevsiminde literatür ile uyumlu olarak en düşük değerine indirdiği saptanmıştır. Balıklarda ve diğer su ürünlerinde yağ asidi kompozisyonu türe, cinsiyete, üreme dönemine, su

sıcaklığına, mevsimlere, yaşadığı coğrafyaya bağlı olan besin öğelerinin miktar ve çeşitliliğine göre önemli değişimler göstermektedir ([Tufan, 2011](#)). Çalışmamızda DYA grubunda en baskın yağ asitlerinin palmitik ve stearik asit olduğu gözlenmiştir. [Merdzhanova vd. \(2014\)](#), çalışmamızla benzer olarak deniz salyangozlarının içerdiği DYA grubunda en baskın yağ asitlerinin palmitik ve stearik asit olduğunu ifade etmişlerdir.  $\Sigma$ DYA miktarları mevsimsel olarak değişiklik göstermiş, en yüksek değere ilkbahar en düşük değere ise kış mevsiminde ulaşmıştır. Bunun nedeni olarak sıcaklığı ve besinlerdeki yağ asidi farklılıkları gösterilebilir. Bütün mevsimlerde TDYA içerisinde en fazla miktara heneikosanoik asit, ikinci sırada ise oleik asit sahip olmuştur. Heneikosanoik asit miktarı mevsimsel bazda iniş çıkışlar göstermiş ve en yüksek miktar sonbahar, en düşük miktar ise kış mevsiminde tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak mevsimsel su sıcaklığındaki değişikliklere bağlı, besin profilinde ki değişimler gösterilebilir.  $\Sigma$ TDYA miktarları yaz ve sonbahar mevsimlerinde diğer mevsimlere göre daha yüksek tespit edilmiştir. [Merdzhanova vd. \(2014\)](#), yaptıkları çalışmada  $\Sigma$ TDYA miktarını çalışmamızda bulduğumuz değerlerle benzer olarak rapor etmişlerdir. Yağ asidi grupları arasında en yüksek miktarlar  $\Sigma$ DYA grubunda bulunmuştur. Bu grupta en baskın yağ asitleri araşidonik, eikosapentaenoik ve dokosahegzaenoik asittir.  $\Sigma$ CDYA miktarlarına mevsimsel bazda bakıldığında en düşük miktar yaz, en yüksek miktar ise kış mevsiminde tespit edilmiştir. EPA miktarın da ise bu durum  $\Sigma$ CDYA seyrine benzer şekilde yaz mevsiminde düşüşler, kış mevsiminde ise artışlar olarak gözlenmiştir. DHA da ise bu değişim, tam tersine yaz ve sonbahar mevsimlerinde artışlar, kış mevsiminde ise düşüşler olarak tespit edilmiştir. Bunların nedeni olarak deniz suyunun soğumasına bağlı fizyolojik değişim ve beslendiği canlılardaki yağ asidi profilindeki değişimler olarak gösterilebilir. [Merdzhanova vd. \(2014\)](#) deniz salyangozunun  $\Sigma$ CDYA miktarının % 47,38, EPA miktarının % 12,33 ve DHA miktarının ise % 8,53 olduğunu ifade etmişlerdir. Bu değerler bizim çalışmamızda bulduğumuz  $\Sigma$ CDYA, EPA ve DHA değerleri ile benzerlik göstermektedir. Yağ asitlerinde tespit edilen Zn3/Zn6 oranı su ürünlerinin yağlarının kalitesi hakkında yorum yapmak için iyi bir indikatör olduğu ve bu oranın 1 veya 1,5 olması tavsiye edilmektedir ([Tufan vd., 2011](#)). Çalışmamızda mevsimlere göre bu oranlar sırası ile ilkbahar mevsiminde 0,90 yaz mevsiminde 0,94, sonbahar mevsiminde 0,96 ve son olarak kış mevsiminde ise 1,10 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda özellikle kış mevsiminde deniz salyangozunun yağ kalitesinin önerilen değerler seviyesinde olduğu görülmüştür. Buna ek olarak önerilen minimum  $\Sigma$ CDYA/ $\Sigma$ DYA oranı ise 0,45 tir ([Tufan vd., 2011](#)). Deniz salyangozunda bu değerler 2,08 (yaz) ile 3,46 (kış) arasında değişmektedir. Bu açıdan da bakıldığında deniz salyangozunun değerli bir besin olduğu tekrar ortaya çıkmaktadır. Günlük alınması önerilen Zn3 miktarı 450 mg'dır ([Tufan, 2011](#)). Çalışmamızda elde edilen verilere göre 100 g deniz salyangozunuzda 100 mg Zn3 tespit edilmiş ve bu miktar yaklaşık olarak günlük ihtiyacın üçte birini karşılamaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre, kış mevsiminde toplam yağ miktarı su sıcaklığı ve beslenmeye bağlı olarak yaklaşık 2

katına çıkmış ve bununla beraber ÇDYA miktarları, özellikle de EPA ve DHA miktarları artmıştır. EPA ve DHA yağ asitlerinin sağlıklı besleme açısından önemli olduğu ve bu yağ asitlerinden en iyi şekilde yararlanabilmek için avcılık faaliyetlerinin yoğun olarak kış mevsiminde yapılması daha yararlı olacaktır. Çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesini temsilen Giresun, Trabzon, Rize ve Artvin illerinde örnekleme yapılmış ve yağ asidi miktarlarına göre Rize ve Artvin illerinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre besinsel kalite açısından avcılık faaliyetlerinin bu illerde yoğunlaştırılması daha uygun olacaktır. Doğu Karadeniz Bölgesindeki deniz

salyangozunun temel besin ve yağ asitleri kompozisyonu üzerine bölgesel farklılığın ve mevsim değişikliklerinin etkileri olduğu belirlenmiş ve bu türler ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda bu etkilerin göz ardı edilmemesi önerilmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi BAP birimi tarafından 2014.103.03.01 nolu proje ve ayrıca örnek temin kısmında ise 113Y148 nolu TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

## KAYNAKÇA

- AOAC (1990). *Official methods of analysis* (15<sup>th</sup> ed.) Williams S. (ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA.
- Arslan, G. (2009). Farklı işleme tekniklerinin deniz salyangozunun (*Rapana venosa*, Valenciennes, 1846) besin bileşimi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 125s.
- Atasaral, Ş. (2005). Akdeniz midyesi'nin (*Mytilus galloprovincialis*, Lam., 1819) Doğu Karadeniz'de yetiştiricilik potansiyelinin irdelenmesi: Larva yerleşimi ve büyüme özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 68 s.
- Bilecik, N. (1990). *Deniz salyangozu "R. venosa'nın Türkiye'nin Karadeniz Sahillerinin Dağılışı ve Karadeniz Balıkçılığına Etkisi*. TOKB Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Carpene, E., Serra, R., Manera, M. & Isani, G. (1999). Seasonal changes of zinc, copper, and iron in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed fortified diets. *Biological Trace Element Research*, 69(2), 121-139. doi: 10.1007/Bf02783864
- Ciuhaciu, V.D. (1984). *Ecology of the Gastropod Molluscs of the Black Sea*. Academy of Sciences of the USSR, Kiev Naukova Dumka.
- Çelik, M.Y., Çulha, S.T., Çulha, M., Yıldız, H., Acarlı, S., Çelik, İ. & Çelik, P. (2014). Comparative study on biochemical composition of some edible marine molluscs at Çanakkale coasts, Turkey. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 43(4): 601-606.
- Düzgüneş, E., Ünsal, S. & Feyzioğlu, M. (1992). *Doğu Karadeniz'deki deniz salyangozu Rapana thomasiana Gross., 1861 Stoklarının Tahmini*, Proje Raporu; Proje No: DEBAG 143/6, KTÜ, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Düzgüneş, E., Sağlam, H., Feyzioğlu, A.M. & Şahin, C. (1996). Doğu Karadeniz'de deniz salyangozu (*Rapana thomasiana*)'nın bazı üreme özelliklerinin belirlenmesi, *XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi* 1996 (351-359 s), İstanbul, Türkiye: Özet Kitapçığı.
- Genç, G. (1987). Karadeniz'deki deniz salyangozlarının (*Rapana venosa* val, 1846) biyolojisi, et verimi ve etin kimyasal yapısı. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye, 102 s.
- Gökçe, M.A., Tasbozan, O., Çelik, M. & Tabakoglu, S.S. (2004). Seasonal variations in proximate and fatty acid compositions of female common sole (*Solea solea*). *Food Chemistry*, 88: 419-423. doi: 10.4194/1303-2712-v13\_4\_06
- Güner, S., Dincer, B., Alemdag, N., Colak, A. & Tüfekci, M. (1998). Proximate composition and selected mineral content of commercially important fish species from the Black Sea. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 337-342. doi:10.1002/(SICI)1097
- Kolsarıcı, N. & Ertaş, H.A. (1989). Karadeniz'de avlanan deniz salyangozu (*Rapana thomasiana crosse*)'nun kimyasal bileşimi üzerine araştırma. *Gıda*, 14(2): 67-69.
- Merdzhanova, A., Dobrova, D.A., Stancheva, M. & Makedonski, L. (2014). Fat soluble vitamins and fatty acid composition of wild black sea mussel, rapana and shrimp. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 25(1): 15-23. doi: 10.2478/auoc-2014-0003
- Özgür, N. (2005). Kurbağa (*Rana* spp.) bacağına fümeler olarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 156 s.
- Prodanov, K., Konsulova, T. & Todorova, V. (1995). Growth rate of *Rapana thomasiana* (Gastropoda) along Bulgarian Black Sea coast. *XXXIV Congress of CIESM* 1995, Malta.
- Sağlam, H., Düzgüneş, E., Kutlu, S., Dağtekin, M., Başçınar, N.S., Selen, H. & Şahin, A. (2008). *Deniz Salyangozu Avcılığında Direce Alternatif Farklı Tuzak Modellerinin Geliştirilmesi*. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitü Müdürlüğü Proje Raporu, Trabzon, 94 s.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1987). *Introduction to biostatistics*. 2<sup>nd</sup> ed., W.H. Freeman and Company, New York, USA.
- Sümbüloğlu, K. & Sümbüloğlu, V. (2000). *Biyoistatistik*, Hatiboğlu Yayınları, Ankara.
- Tufan, B., Koral, S. & Köse, S. (2011). Changes during fishing season in the fat content and fatty acid profile of edible muscle, liver and gonads of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) caught in the Turkish Black Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(4): 800-810. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02562.x
- Tufan B., Koral S. & Kose, S. (2013). The variations in proximate chemical composition and fatty acid profile in different parts of the thornback ray (*Raja clavata*) caught from Black Sea, Turkey, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22: 83-95. doi: /10.1080/10498850.2011.625593
- TÜİK, 2014. *Su ürünleri istatistikleri*, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Weihrauch, J.L., Posati, L.P., Anderson, B.A. & Exler, J. (1975). Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of foods. *Journal of the American Chemists' Society*, 54: 36-40.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Kuzeydoğu Akdeniz’de Kupes (*Boops boops*) ve Dil balığı (*Solea solea*) için ticari ve alternatif torbaların seçiciliği

### Selectivity of commercial and alternative codends for Bogue (*Boops boops*) and Common sole (*Solea solea*) in Northeastern Mediterranean

Ahmet Raif Eryaşar

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Su Altı Teknolojisi Programı, Rize, 53100, Türkiye  
[ahmet.eryasar@erdogan.edu.tr](mailto:ahmet.eryasar@erdogan.edu.tr)

Received date: 26.10.2016

Accepted date: 19.12.2016

**How to cite this paper:**

Eryaşar, A.R. (2017). Selectivity of commercial and alternative codends for Bogue (*Boops boops*) and Common sole (*Solea solea*) in Northeastern Mediterranean. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 57-62. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.08

**Öz:** Bu çalışmada ticari el örmesi ve gevşek düğümlü torba ile üç farklı alternatif fabrikasyon torbaların (40 mm karegöz, 44 mm ve 50 mm baklava gözlü) boy seçicilikleri kupes (*Boops boops*) ve dil balığı (*Solea solea*) için karşılaştırılmıştır. Çekimler Mersin Körfezi’nde 10 Ocak - 16 Aralık 2011 tarihleri arasında örtü torba yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar alternatif fabrikasyon torbaların kupes için yeterli seçiciliğe sahip olduğunu bununla beraber dil balığı için test edilen 4 torbanın da yasal boyun altındaki bireyleri kaçırmada yetersiz kaldığını göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Mersin Körfezi, trol seçiciliği, el örmesi ve gevşek düğümlü torba

**Abstract:** The present study compares size selectivity of commercially used hand-woven slack knotted codend and three different alternative (40 mm square mesh, 44 mm and 50 mm diamond mesh) machine woven codends for bogue (*Boops boops*) and common sole (*Solea solea*). Hauls were conducted using covered codend method between 10 October and 16 December 2011 in Mersin Bay. Results show that alternative machine woven codends are selective enough for bogue however, tested four codends are not sufficient in releasing individuals under legal size for common sole.

**Keywords:** Mersin Bay, trawl selectivity, hand-woven slack knotted codend

## GİRİŞ

Mersin Körfezi Kuzeydoğu Akdeniz’deki en zengin balıkçılık alanlarından birisi olup topoğrafik yapısı nedeniyle Türkiye’nin Akdeniz kıyısındaki trol balıkçılığına en müsait alanlardan biridir (Gücü ve Bingel, 1994). Ancak yoğun balıkçılık baskısı nedeniyle birim çabadaki ürün miktarının azalması ve ekonomik türlere ait ortalama ürün boylarının kısalması bölgedeki trol balıkçılığının en önemli sorunları arasında olup kullanılan geleneksel trol ağlarının seçiciliklerinin zayıf ve mühendislik performanslarının düşük olması bu sorunların temel sebeplerindendir (Özbilgin vd., 2009).

44 mm el örmesi gevşek düğümlü torba Mersin Körfezi dip trol filosu tarafından yaygın olarak kullanılmakta olup Özbilgin vd. (2015) bu torbanın çok zayıf bir seçicilik özelliğine sahip olduğunu bildirmiştir. Mersin Körfezi dip trol balıkçılığında yapılan su altı gözlemlerinde; balıkların çekim sonunda, çekim hızının azalmasıyla beraber, fabrikasyon torbaların gevşeyen ağ gözlerinden kaçmaya çalıştıkları görülmüştür. Ancak Mersin Körfezi’nde kullanılan el örmesi ağlar bu kaçışlara imkân vermemektedir. El örmesi ağların düğümleri oldukça gevşek

olmasından dolayı çekim sırasında üzerinde yük olduğunda düğümler sıkışarak ağ gözleri büyümekte olup çekim sonunda çekim hızının azalmasıyla birlikte düğümlerin tekrar gevşemesi sonucu ağ gözleri küçülmektedir (Eryaşar vd., 2014). Bu nedenle el örmesi ağların kullanılması sonucu çok küçük balıkların bile ağ gözlerinden kaçma şansları büyük ölçüde engellenmektedir (Eryaşar ve Özbilgin, 2015).

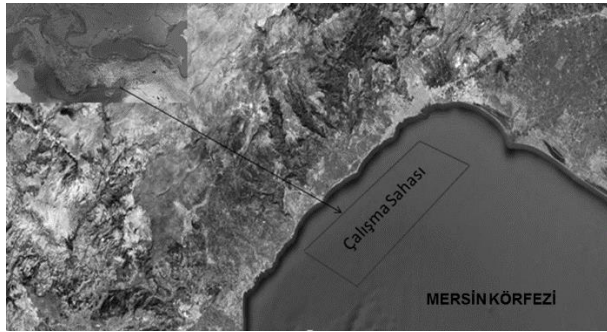
T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yayınladığı tebliğe göre (Anonim, 2016), dip trol ağlarında kullanılacak baklava gözlü torbanın minimum göz açıklığı Karadeniz için 40 mm, Ege ve Akdeniz için 44 mm’dir. 40 mm karegözlü torbanın kullanımı ise tercihe bırakılmıştır. Akdeniz bölgesinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki, ticari olarak kullanılan trol torbasının seçiciliği avlanan türlerin çoğu için oldukça zayıftır (Tosunoğlu vd., 2003; Özbilgin vd., 2005; Bahamon vd., 2006; Guijarro ve Massuti, 2006; Sala vd., 2008; Ateş vd., 2010; Sala ve Luchetti, 2010; Tokaç vd., 2010; Özbilgin vd., 2012). Bu nedenle Akdeniz Balıkçılık Konseyi Akdeniz dip trol balıkçılığında kullanılan torbalarda seçiciliğinin artırılması ve ıskartanın azaltılmasına

yönelik çalışmaları teşvik etmektedir (GFCM, 2007). Avrupa Komisyonu Yasama Konseyi'nin Akdeniz balıkçılığının sürdürülebilir olarak yönetilmesi için 2006 yılında çıkardığı yasa ile Avrupa Birliği suları içerisinde kullanılan dip trol ağlarında 40 mm baklava gözlü torba yerine 40 mm karegöz veya balıkçının geçerli mazeret bildirmesi kaydı ile 50 mm baklava gözlü torbaya geçişi zorunlu kılmıştır (E.C., 2006). Türkiye Avrupa Birliğine üye olmaya adaydır ve üyeliği kesinleştiği takdirde 40 mm karegözlü veya 50 mm baklava gözlü torbalar ülkemizdeki trol balıkçıları içinde zorunlu olacaktır.

Bu çalışmada, Mersin Körfezi dip trol filosu tarafından kullanılan el örmesi ve gevşek düğümlü ticari torba ile bu torbaya alternatif olarak test edilen fabrikasyon 44 mm baklava gözlü torba ile Avrupa Birliğine girilmesi durumunda ülkemizdeki trol avcılığında kullanılması zorunlu olacak 40 mm karegözlü ve 50 mm baklava gözlü fabrikasyon torbaların boy seçicilikleri bölgede yoğun olarak avcılığı yapılan ve farklı vücut yapılarına sahip kupes (*Boops boops* (Linnaeus, 1758)) ve dil balığı (*Solea solea* (Linnaeus, 1758)) türleri için incelenmiştir.

#### MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Mersin Körfezi trol balıkçılığında tür ve boy seçiciliğini arttırmaya yönelik bir proje (TÜBİTAK: 1090684) çerçevesinde, Azim adlı ticari trol teknesi kullanılarak Ocak-Aralık 2011 tarihleri arasında ve 14-141 m derinliklerde (Şekil 1) yürütülmüştür (Özbilgin vd., 2013). Proje süresince, hızı 2.3-2.8 mil/saat ve süresi ise 80 - 220 dakika arasında değişen, toplam 87 adet trol çekimi yapılmıştır.

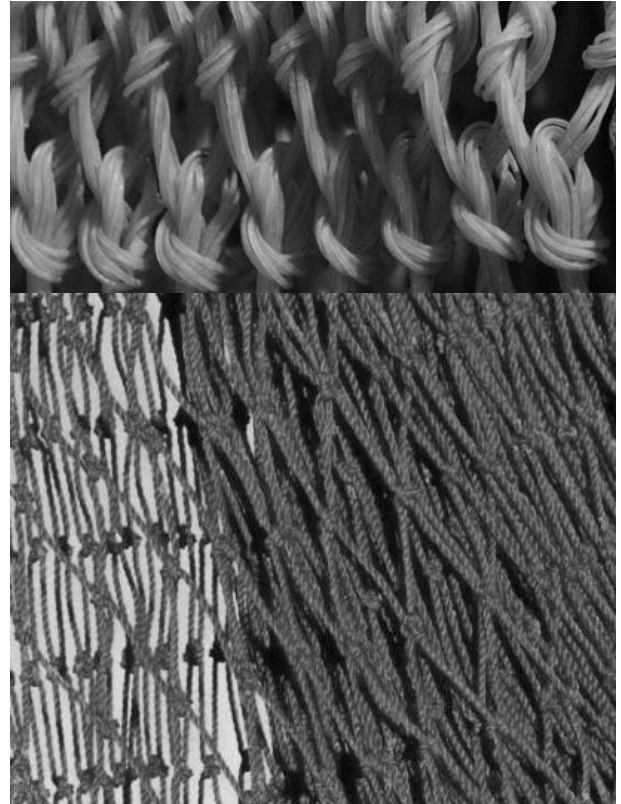


**Şekil 1.** Çalışma Sahası (36°23'N-34°20'E; 36°27'N-34°12'E; 36°41'N-34°48'E; 36°44'N-34°37'E)

**Figure 1.** Study area

Kullanılan ağ geminin kendi trol takımına ait Akdeniz tipi 600 göz geleneksel dip trolüdür. Trolün tünel kısmının çevresinde 300 göz olan 44 mm göz açıklığında fabrikasyon ağ vardır. Bu trol takımında 44 mm göz açıklığında el örmesi ve gevşek düğümlü (Şekil 2) polietilen (PE) multi-monofilament torba kullanılmaktadır (çap 35mm\*15). Torba çevresindeki göz sayısı 400, gerdirilmiş uzunluğu ise 4 metredir. Torba çevresinde 88 mm göz açıklığında 3 mm çapında polipropilen (PP) malzemeden yapılmış muhafaza kullanılmaktadır. Muhafazanın çevre göz sayısı 60, uzunluğu ise 6 metredir. Çalışmada yukarıda özellikleri verilen ticari torbanın yanında 40, 44 ve 50 mm nominal göz açıklıklarında PE torbalar

(380d/21 no) test edilmiştir. Bu torbaların üçü de fabrikasyon düğümlü ağlardan üretilmiştir (Şekil 2). Deneysel torbaların donatılmış uzunlukları 5.5 metredir. 40 mm torba karegöz olarak donatılmıştır. Torba çevresindeki göz sayısı 150'dir. 44 ve 50 mm torbalar ise geleneksel baklava dilimi şeklinde donatılmışlardır. Bu torbaların tünel kısmına dikildikleri çevrede göz sayıları ise sırasıyla 300 ve 265'tir. Deneysel torbalar da ticari torba gibi muhafaza ağıyla birlikte test edilmişlerdir. Torbadan kaçan bireylerin yakalanması için, 24 mm düğümsüz Poliamid (PA) ağdan yapılmış 7.5 m uzunluğunda bir örtü kullanılmıştır. Örtü, torbayı maskeleyemesi için 1.3 m çapındaki iki adet çembere donatılmıştır (Tosunoğlu vd., 1997).



**Şekil 2.** El örmesi ve gevşek düğümlü torba (üstte) ile fabrikasyon torba (altta)

**Figure 2.** Hand-woven and slack knotted codend (up) and machine-woven (down) codend

Torbaların göz açıklıkları çekim sonrası ağ ıslakken kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Kumpas dikey olarak kullanılmış ve alt çenesine 4 kg ağırlık sabitlenmiştir. Ölçümler her torbanın son bir metrelik kısmından (avın biriktiği bölüm) seçilen üç hat üzerindeki toplam 60 ağ gözünde yapılmıştır.

Bu çalışmada kupes ve dil balığı için torba ve örtüde her çekim için yeterli sayıda birey yakalanamadığından Fryer (1991)'in tanımladığı çekimler arası varyasyon hesaplanamamış ve her torba için ortalama seçicilik eğrileri üretilmemiştir. Bunun yerine aynı torbadaki bir türe ait tüm çekimler birleştirilerek seçicilik parametreleri hesaplanmıştır. Seçicilik parametrelerinin tahmininde R için yazılmış

'trawlfuctions' programının 'ccfit' fonksiyonu kullanılmıştır (Millar vd., 2004). Seçicilik eğrisi çiziminde maksimum olabilirlik metodu kullanılarak lojit eğriden yararlanılmıştır (Wileman vd., 1996). Lojit seçicilik eğrisinin çizimi seçicilik parametrelerinin  $r(l)=\exp(v_1+v_2l)/[1+\exp(v_1+v_2l)]$  modeline uygulanmasıyla üretilmiştir (modeldeki  $r(l)$  ağı giren 'l' boyundaki bir balığın yakalanma olasılığıdır). Olabilirlik oran testi (McCullagh ve Nelder, 1989; Campos vd., 2003) ise bir türe ait tüm çekimlerin birleştirildiği iki farklı torbanın seçicilik eğrileri arasında istatistik açıdan fark olup olmadığını tespit etmek için uygulanmıştır.

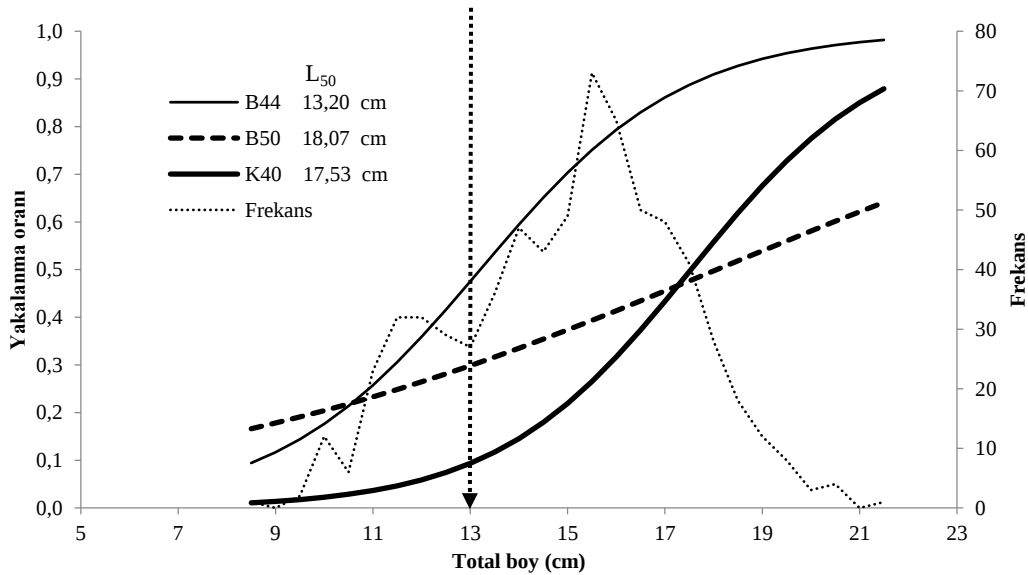
## BULGULAR

Çalışma süresince ticari torba (T44) ile 23, 40 mm kare gözlü torba (K40) ile 23, 44 mm baklava torba (B44) ile 20 ve 50 mm baklava torba (B50) ile 21 geçerli çekim yapılmıştır. Kupes (*Boops boops*) ve dil balığı (*Solea solea*) türlerinden her bir torba için birleştirilmiş (havuzlanmış) birey sayılarından elde edilen seçicilik parametre tahminleri ile adet olarak torba ve örtüsündeki yakalanma miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kupes ve dil balığı için Ç.S (veri alınan çekim sayısı),  $L_{50}$  (%50 yakalanma boyu), SR (seçicilik aralığı), SH (standart hata), SF (seçicilik faktörü),  $V_1$  ve  $V_2$  (regresyon parametreleri) ve  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  ve  $R_{22}$  (varyans matrisleri) değerleri

**Table 1.** N.H (number of hauls taken data),  $L_{50}$  (50% retention length), SR (selection range), SE (standard error), SF (selection factor),  $V_1$  and  $V_2$  (regression parameters) and  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  and  $R_{22}$  (variance matrix values) for bogue and common sole

| Türler                            | Torba | Ç.S | $L_{50}$ (SH) | SR (SH)      | SF   | $V_1$  | $V_2$ | $R_{11}$ | $R_{12}$ | $R_{22}$ | Torba | Örtü |
|-----------------------------------|-------|-----|---------------|--------------|------|--------|-------|----------|----------|----------|-------|------|
| Kupes ( <i>Boops boops</i> )      | K40   | 18  | 17,53 (0,61)  | 4,39 (0,87)  | 4,24 | -8,78  | 0,50  | 2,451    | -0,154   | 0,010    | 30    | 112  |
|                                   | B44   | 19  | 13,20 (0,36)  | 4,57 (0,75)  | 3,14 | -6,35  | 0,48  | 1,246    | -0,087   | 0,006    | 136   | 83   |
|                                   | B50   | 15  | 18,07 (1,65)  | 13,03 (8,42) | 3,53 | -3,05  | 0,17  | 3,081    | -0,190   | 0,012    | 60    | 85   |
| Dil balığı ( <i>Solea solea</i> ) | B44   | 12  | 15,53 (0,88)  | 2,18 (0,87)  | 3,69 | -15,68 | 1,01  | 43,226   | -2,621   | 0,162    | 51    | 4    |
|                                   | B50   | 9   | 18,72 (0,68)  | 2,53 (1,01)  | 3,66 | -16,26 | 0,87  | 47,871   | -2,405   | 0,121    | 32    | 9    |



**Şekil 3.** Kupes (*Boops boops*) için üç torbaya ait seçicilik eğrileri ve torbaya giren ve kaçan popülasyonun boy frekans dağılımları (Ok işaretli ilk üreme boyunu göstermektedir)

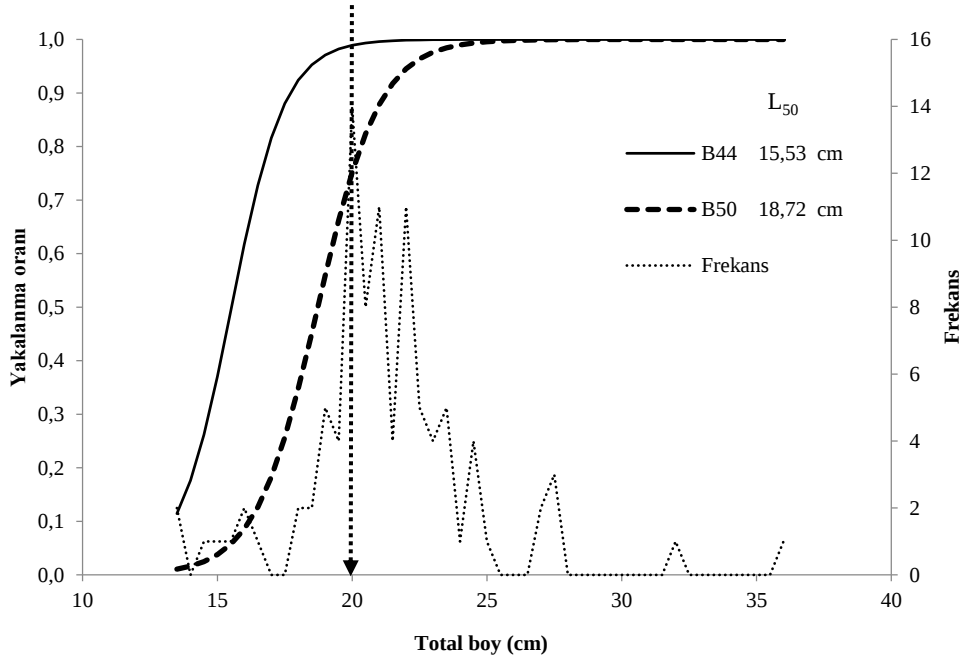
**Figure 3.** Selection curves of three codends for bogue (*Boops boops*) and length frequency distributions of fish that entered the codends and escaped (Arrow shows the first maturity)

Torbaların ıslak iken ölçülen ortalama göz açıklıkları (standart hataları ile birlikte) T44 için 44.51 mm (s.e. 0.31), K40 için 41.36 mm (s.e. 0.20), B44 için 42.03 mm (s.e. 0.10), B50 için ise 51.14 mm (s.e. 0.14) olarak bulunmuştur.

Çalışma boyunca torbalara toplamda adet olarak 690 kupes girdiği tespit edilmiş ve bunların boy frekans dağılımında en büyük piki 15.5 cm'deki boy grubunun oluşturduğu görülmüştür. Seçicilik parametreleri K40, B44 ve B50 için hesaplanmış ve  $L_{50}$  değerleri sırasıyla 17.5 cm, 13.2 cm, 18.1 cm olarak bulunmuştur. T44 için örtüde yeterli sayıda birey olmadığından seçicilik parametreleri bu torba için hesaplanamamıştır. Olabilirlik oran testi sonucuna göre ise K40-B50 hariç K40-B44 ve B44-B50 torbalarına ait seçicilik eğrileri arasında önemli bir fark saptanmıştır ( $p < 0.01$ ). Ege Denizi'nde yapılan bir çalışmada kupes için ilk üreme boyu yaklaşık 13 cm olarak tespit edilmiş (Kınacıgil vd., 2008) olup, bu bulguya göre, K40, B44 ve B50'nin  $L_{50}$  değerleri 13 cm'nin

üzerinde olup en yüksek  $L_{50}$  değeri B50'den elde edilmiştir (Şekil 3).

Diğer tür olan dil balığı için çalışma süresince torbalara toplamda 211 adet bireyin girdiği ve bunların boy frekans dağılımındaki en büyük pikleri, 20-22 cm'deki boy gruplarının oluşturduğu görülmüştür. Seçicilik parametreleri B44 ve B50 torbaları için hesaplanmış ve B44 ve B50 için  $L_{50}$  değerleri sırasıyla 15.5 cm ve 18.7 cm olarak bulunmuştur. T44 ve K40 için örtüde yeterli sayıda birey olmadığından seçicilik parametreleri bu torbalar için hesaplanamamıştır. Olabilirlik oran testi sonucuna göre, iki torbanın seçicilik eğrileri arasında önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.01$ ). Bu çalışma bulgularında, B44 ve B50'nin  $L_{50}$  değerlerini minimum avlanma boyu (20 cm; Anonim, 2016) açısından incelendiğinde her iki torbaya ait  $L_{50}$  değerlerinin minimum yakalanma boyunun altında kaldığı görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Dil balığı (*Solea solea*) için iki torbaya ait seçicilik eğrileri ve torbalara giren ve kaçan popülasyonun boy frekans dağılımları (Ok işareti minimum avlanma boyunu göstermektedir).

Figure 4. Selection curves of two codends for common sole (*Solea solea*) and length frequency distributions of fish that entered the codends and escaped (Arrow shows the minimum landing size).

## TARTIŞMA

Bu çalışmada ticari el örmesi torba ile bu torbaya alternatif olarak test edilen 3 farklı torbanın kupes ve dil balığı için boy seçicilikleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar iki tür için ticari torbanın seçiciliğini çok zayıf göstermektedir. Çalışma süresince ticari el örmesi torbadan kupes için sadece 4 bireyin kaçabildiği, dil balığı içinse hiçbir kaçışın gerçekleşmediği görülmüştür. Özbilgin vd. (2015) bu çalışmada kullanılan torba ile aynı özelliklere sahip ticari el örmesi torba ile 7 ticari tür için yaptığı

boy seçiciliği çalışmasında bu torbanın seçiciliğini çok zayıf olarak bulmuştur.

Bu duruma giriş kısmında bahsedildiği üzere el örmesi torbadaki düğümlerin çekim sonunda üzerlerindeki kuvvetin kalkmasıyla beraber gevşeyerek göz açıklıklarını kapatmasının neden olduğu düşünülmektedir. Buna ilaveten literatürde çevresine göz sayısı artırılmış olan torbaların seçiciliği zayıf olarak bildirilmekle (Sala ve Luchetti, 2010; Eryaşar vd., 2014) beraber bu çalışmada ki el örmesi torbanın çevresine göz

sayısının fabrikasyon torbalarda kullanılan çevresine göz sayısından fazla olması da bu duruma etki etmiş olabilir.

Literatürde trol torba seçiciliğine yönelik çalışmalar incelendiğinde dil balığının seçiciliği üzerine Akdeniz'de herhangi bir çalışmaya rastlanılmadığından bu tür için bu çalışmadan elde edilen veriler Akdeniz için ilk olma özelliği taşımaktadır. Dil balığı için bu çalışmada kullanılan 4 torbanın seçiciliklerini karşılaştırdığımızda 50 mm fabrikasyon baklava gözlü torbanın  $L_{50}$  değeri (18.7 cm) diğer torbalara kıyasla daha iyi bulunmuştur. Ancak bu değerin bile T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının yayınladığı tebliğe göre (Anonim, 2016) dil balığı için minimum yakalanma boyu olan 20 cm altında kaldığı görülmektedir. Türkmen (2003)'ün İskenderun Körfezi'nde yaptığı çalışmasında dil balığı için ilk üreme boyunu erkekler için 14.8 cm, dişiler içinse 15.2 cm olarak bildirmiş olup ilk üreme boyuna göre bu çalışmadaki bulgular değerlendirildiğinde 44 ve 50 mm fabrikasyon baklava gözlü torbaların dil balığının seçiciliğinde başarılı olduğu görülmektedir. Çalışma süresince 40 mm karegözlü torbadan yalnızca 1 dil balığı kaçabilmiştir. Bu torbanın özellikle yuvarlak vücut formuna sahip çoğu ticari türün seçiciliğini önemli ölçüde arttırdığı bilinmekle beraber, dil balığı gibi yassı veya yüksek vücut formuna sahip türlerin seçiciliğinde yetersiz kaldığı bildirilmiştir (Özbilgin vd., 2012).

Türkiye'nin Akdeniz sularında kupes için trol torba seçiciliği üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Ateş vd., 2010; Eryaşar vd., 2014). Ateş vd. (2010), PA 44 mm baklava gözlü torba ile PE 40 mm kare gözlü torbanın seçicilikleri karşılaştırılmış ve  $L_{50}$  değerlerini sırasıyla 14.2 ve 17 cm olarak bulmuş olup çalışmamızda elde edilen veriler ile benzerlik göstermektedir. Diğer çalışmada ise Eryaşar vd. (2014) çevre göz sayısı 300 olan 44 mm baklava gözlü el örmesi torba için kupesin  $L_{50}$  değerini 6.8 cm olarak göstermiştir. Kupesin ilk üreme boyu ile kıyaslandığında çok düşük gözükten bu değer ile bu çalışmada kullanılan çevresine göz sayısı 300 olan 44 mm baklava gözlü fabrikasyon torbadan elde edilen değer

arasında görülen farklılığın kullanılan materyal, ip kalınlığı ve düğüm tipinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, ticari torbaya alternatif olarak test edilen fabrikasyon torbaların ticari torbaya kıyasla kupesin yavru bireylerine daha fazla kaçma imkanı sağlamaktadır. Dil balığı içinse minimum yakalanma boyu dikkate alındığında test edilen torbaların hepsi yeterli seçicilik göstermemektedir. Bu çalışmadaki farklı vücut yapılarına sahip bu iki tür için test edilen torbaları karşılaştırdığımızda ilk üreme boyunun altındaki bireyleri kaçırma fabrikasyon 44 ve 50 mm baklava gözlü torbaların başarılı olduğu görülmektedir. Kuzeydoğu Akdeniz için dip trol balıkçılığında kullanılan zayıf seçicilik özelliği gösteren ticari el örmesi torbalardan fabrikasyon baklava gözlü torbalara geçilmesi durumunda dip trollerinin bölgedeki demersal balık stokları üzerindeki olumsuz etkisi azaltılabilir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus balıkçıların fabrikasyon torbaları kullanması durumunda kısa dönemli ekonomik kayıpların meydana gelmesi kuvvetle muhtemeldir. Bu durum balıkçıların bu torbaları kullanması önündeki en büyük engellerden biri olarak görülmektedir. Balıkçıların bu torbaları kullanmalarını teşvik etmek için ekonomik kayıplarının telafisine yönelik çalışmaların yapılması yanında bu torbaların sürdürülebilir bir balıkçılık kapsamında sağlayacağı potansiyel uzun dönemli faydalarının gösterilmesi gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma sırasında bizleri teknelerinde misafir eden 'Azim' in değerli çalışanları ile deniz seferleri esnasındaki yardımlarından ötürü Dr. Hüseyin Özbilgin, Dr. Gökhan Gökçe, Dr. Yeliz Özbilgin, Dr. Adem Sezai Bozaoğlu, Ebrucan Kalecik ve Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin değerli öğrencilerine şükranlarımı sunarım. Ayrıca 109O684 nolu proje ile bu çalışmanın gerçekleştirilmesine olanak sağlayan TÜBİTAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

## KAYNAKÇA

- Anonim (2016). 4/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Tebliğ, No.2016/35. Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara 68 s.
- Ateş, C., Deval, M. C., Bok, T. & Tosunoğlu, Z. (2010). Selectivity of diamond (PA) and square (PE) mesh codends for commercially important fish species in the Antalya Bay, Eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 465–471. doi: [10.1111/j.1439-0426.2010.01462.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01462.x)
- Bahamon, N., Sarda, F. & Suuronen, P. (2006). Improvement of trawl selectivity in the NW Mediterranean demersal fishery by using a 40 mm square mesh codend. *Fisheries Research*, 81: 15–25. doi: [10.1016/j.fishres.2006.05.020](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.05.020)
- Campos, A., Fonseca, P. & Erzini, K. (2003). Size selectivity of diamond and square mesh cod ends for four by-catch species in the crustacean fishery off the Portuguese south coast. *Fisheries Research*, 60, 79 – 97. doi: [10.1016/S0165-7836\(02\)00061-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00061-9)
- E.C. (2006). Council Regulation (EC 1967 / 2006) concerning management measures for the sustainable exploitation of fishery resources in the Mediterranean Sea, amending Regulation (EEC) No 2847 / 93 and repealing Regulation (EC) No 1626/94. Off. J. E. U. 409, 75.
- Eryaşar, A.R., Özbilgin, H., Gökçe, G., Özbilgin, Y.D., Saygu, İ., Bozaoğlu, A.S. & Kalecik, E. (2014). The Effect of Codend Circumference on Selectivity of Hand-Woven Slack Knotted Codend in the North Eastern Mediterranean Demersal Trawl Fishery. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 463–470. doi: [10.4194/1303-2712-v14\\_2\\_17](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v14_2_17)
- Eryaşar, A.R. & Özbilgin, H. (2015). Implications for catch composition and revenue in changing from diamond to square mesh codends in the northeastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2): 282–289. doi: [10.1111/jai.12643](https://doi.org/10.1111/jai.12643)
- Fryer, R. (1991). A model of the between-haul variation in selectivity. *ICES Journal of Marine Science*, 48, 281–290. doi: [10.1093/icesjms/48.3.281](https://doi.org/10.1093/icesjms/48.3.281)
- GFCM. (2007). General Fisheries Commission for the Mediterranean, Report of the tenth session of the Scientific Advisory Committee, Nicosia, Cyprus, 22-26 October 2007. FAO Fisheries Report, No. 856. Rome, 144 s.
- Guijarro, B. & Massuti, E. (2006). Selectivity of diamond and square mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Island (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 63: 52–67. doi: [10.1016/j.icesjms.2005.08.011](https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.08.011)

- Gücü, A.C. & Bingel, F. (1994). State of the fisheries along the Turkish Mediterranean coast. *Turkish Journal of Zoology*, 18: 251-258.
- Kınacıgil, T. H., İlkayaz, T. A., Metin, G., Ulaş, A., Soykan, O., Akyol, O. & Gurbet, R. (2008). Balıkçılık Yönetimi Açısından Ege Denizi Demersal Balık Stoklarının İlk Üreme Boyları, Yaşları ve Büyüme Parametrelerinin Tespiti. Proje No: TÜBİTAK 103Y132, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi.
- McCullagh, P. & Nelder, J. A. (1989). *Generalized linear models*, 2nd edition. Chapman and Hall, London.
- Millar, R.B., Broadhurst, M.K. & MacBeth, W.G. (2004). Modelling between haul variability in the size selectivity of trawls. *Fisheries Research*, 67: 171-181. doi: [10.1016/j.fishres.2003.09.040](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2003.09.040)
- Özbilgin, H., Tosunoğlu, Z., Aydın, C., Kaykaç, H. & Tokaç, A. (2005). Selectivity of standard, narrow and square mesh panel trawl codends for hake (*Merluccius merluccius*) and poor cod (*Trisopterus minutus capelanus*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29: 967-973.
- Özbilgin, Y.D., Gökçe, G., Özbilgin, H., Çelik, O., Ünal, V. & Tokaç, A. (2009). Kuzeydoğu Akdeniz Balıkçılığının Yapısal Analizi. Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP), Proje No: BAP-SUF AIT (YÖ) 2007-1, Final raporu, Mersin, 144 s.
- Özbilgin, H., Tokaç, A. & Kaykaç, H. (2012). Selectivity of commercial compared to larger mesh and square mesh trawl codends for four fish species in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 28: 51-59. doi: [10.1111/j.1439-0426.2011.01916.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01916.x)
- Özbilgin, H., Gökçe, G., Özbilgin, Y.D., Eryaşar, A.R., Kalecik, E. & Bozaoğlu, A.S. (2013). Mersin Körfezi Trol Balıkçılığında Tür ve Boy Seçiciliğini Arttırmaya Yönelik Araştırmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Proje No: 109O684, Final Raporu, Mersin, 250 s.
- Özbilgin, H., Eryaşar, A.R., Gökçe, G., Özbilgin, Y.D., Bozaoğlu, A.S., Kalecik, E. & Herrmann, B. (2015). Size selectivity of hand and machine woven codends and short term commercial loss in the Northeastern Mediterranean. *Fisheries Research*, 164: 73-85. doi: [10.1016/j.fishres.2014.10.022](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.10.022)
- Sala, A., Luchetti, A., Piccinetti, C. & Ferretti, M. (2008). Size selection by diamond and square mesh codends in multi-species Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research*, 93: 8-21. doi: [10.1016/j.fishres.2008.02.003](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.02.003)
- Sala, A. & Luchetti, A. (2010). The effect of mesh configuration and codend circumference on selectivity in the Mediterranean trawl Nephrops fishery. *Fisheries Research*, 103: 63-72. doi: [10.1016/j.fishres.2010.02.003](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.02.003)
- Tokaç, A., Özbilgin, H. & Kaykaç, H. (2010). Selectivity of conventional and alternative codend design for five fish species in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 26: 403-409. doi: [10.1111/j.1439-0426.2009.01379.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01379.x)
- Tosunoğlu, Z., Tokaç, A., Lök, A. & Metin, C. (1997). The comparison of effects on cod-end selectivity of different two techniques of covered cod-end method used in trawl selectivity experiments. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 21: 449-456.
- Tosunoğlu, Z., Doğanyılmaz, Y. & Özbilgin, H. (2003). Body shape and trawl codend selectivity for nine commercial fish species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 1309-1313.
- Türkmen, M. (2003). Investigation of Some Population Parameters of Common Sole, *Solea solea* (L., 1758) from Iskenderun Bay. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27: 317-323.
- Wileman, D.A., Ferro, R.S.T., Fonteyne, R. & Millar, R.B. (1996). Manual of Methods of Measuring the Selectivity of Towed Fishing Gears. ICES Cooperative Research Report No. 215: 126.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Gökçeada içsularının Amphipoda (Crustacea: Malacostraca) faunası

### Amphipoda (Crustacea: Malacostraca) fauna of the inland-waters of Gökçeada Island

Murat Özbek<sup>1\*</sup> • Nurcan Özkan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, 22030, Edirne, Türkiye

\* Corresponding author: [murat.ozbek@ege.edu.tr](mailto:murat.ozbek@ege.edu.tr)

Received date: 26.10.2016

Accepted date: 19.12.2016

**How to cite this paper:**

Özbek, M. & Özkan, N. (2017). Amphipoda (Crustacea: Malacostraca) fauna of the inland-waters of Gökçeada Island. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 63-67. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.09

**Öz:** Ege Denizi'nin önemli adalarından olan Gökçeada iç sularında dağılım gösteren Amphipod türlerinin tespit edilmesi amacıyla, farklı tarihlerde adadaki 17 lokaliteden toplanmış olan örnekler incelenmiştir. Örnekler 500 µm göz açıklığındaki el kepeçleri ile toplanmış olup, sahada %4'lük formaldehit solüsyonu içinde fiks edilmişlerdir. Çalışma sonucunda, örnekleme yapılan istasyonlarda Gammaridae ve Talitridae familyalarına ait toplam 3 türün [*Gammarus komareki* Schäferna 1922, *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) ve *Orchestia mediterranea* Costa, 1853] dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Tespit edilen türler Gökçeada'dan ilk defa kayıt edilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Amphipoda, Gammarus, Orchestia, Gökçeada, Türkiye

**Abstract:** In order to determine the Amphipod species inhabited the inland waters of the Gökçeada Island, which is the biggest island of Turkey in the Aegean Sea, samples were sampled from 17 localities in different dates, were carried out. Samples were collected with 500 µm mesh-sized hand nets and were fixed in 4% formalin solution in field. As a result, three species [*Gammarus komareki* Schäferna 1922, *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931) and *Orchestia mediterranea* Costa, 1853] belonging to Gammaridae and Talitridae families were determined. All of the three species are newly recorded from Gökçeada Island.

**Keywords:** Amphipoda, Gammarus, Orchestia, Gökçeada Island, Turkey

## GİRİŞ

Amphipoda ordosunun en büyük familyalarından biri olan Gammaridae üyeleri yaklaşık 1 cm boyları ile karakterize edilebilen ve genellikle lateralden yassılaşmış canlılardır. Kuzey Amerika'nın güneybatısı hariç neredeyse Holarktik bölgenin her yerinde, kaynaklar, dereler, akarsular, göller, kıyısız göller ve denizel littoral zonda dağılım gösterirler (Hou and Sket, 2015). Gammaridae familyasının tür sayısı bakımından en zengin cinslerinden biri olan *Gammarus* cinsine ait olan türlerin çoğu yüzey sularında yaşarken, birkaçı kuyular, mağaralar ve diğer yeraltı habitatlarından rapor edilmiştir (Karaman and Pinkster, 1977).

Talitridae Amphipoda'nın diğer bir familyası olup, bu familyaya ait olan türler denizel supralittoral zonda genellikle suyun dışındaki detritus bakımından zengin habitatlar ile çakıllı-kumlu ortamlarda dağılım gösterirler (Bellan-Santini vd., 1982). Bu tip habitatların hareket ettirilmesi sırasında, oldukça güçlü yedinci yürüme bacakları sayesinde çekirge gibi zıplarlar, bu yüzden de "kum piresi" olarak adlandırılırlar.

Gökçeada'da dağılım gösteren Amphipod türleri hakkında bugüne değin sadece 1 adet araştırma yapıldığı ve *Talitrus saltator* (Montagu, 1808) ile *Orchestia gammarellus* (Pallas, 1766) türlerinin rapor edildiği görülmektedir (Çamur-Elipik and Aslan-Cihangir, 2007). Söz konusu çalışmada adanın içsularından örnekleme yapılmamış olup, örneklemler deniz kıyısından yapılmıştır. Gökçeada'nın içsularında dağılım gösteren canlıların incelendiği çalışmada (Balık ve Ustaoglu, 1993) omurgalı ve omurgasız canlılarla ilgili tür listesi verilmiş olup, söz konusu çalışmada herhangi bir Amphipod türü rapor edilmemiştir.

Bu çalışma, adanın içsularında dağılım gösteren Amphipod türlerinin incelendiği ilk çalışma olup, tespit edilen 3 tür bu ada için ilk defa kayıt edilmektedir.

## MATERYAL VE METOT

Ege Denizi'nde bulunan Gökçeada içsularında dağılım gösteren Amphipod türlerini belirlemek amacıyla, 1991 yılının

Temmuz ve 1999 yılının Ağustos aylarında adadaki 17 lokaliteden toplanmış olan örnekler incelenmiştir (Şekil 1).

Gökçeada Türkiye'nin en büyük adası olup, 129 km<sup>2</sup> bir alana sahiptir.



Şekil 1. Çalışma yapılan istasyonların coğrafik konumları (Google Earth, 2016)  
Figure 1. Geographical locations of the studied localities (Google Earth, 2016)

Ege Denizi'nin kuzey kısmında Saros Körfezi'nin girişinde yer almaktadır. Adanın batısında yer alan İncirburnu Türkiye'nin de en batı noktasını oluşturmaktadır.

Örneklemelerde 500 µm göz açıklığına sahip el kepçesi kullanılmış ve kalitatif örneklemeler yapılmıştır. Alınan materyal 500 µm göz açıklığına sahip elekten geçirildikten sonra % 4'lük formaldehit solüsyonunda sabitlenmiştir.

Tür tayinlerinde Karaman ve Pinkster (1977) ve Bellan-Santini vd. (1982)'den yararlanılmış olup, morfolojik incelemelerde Olympus SZ61 model stereo-mikroskop kullanılmıştır. Türlerin fotoğraflanmasında Olympus C-7070 model fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

İncelenen örnekler Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Müzesi'nde (ESFM) saklanmaktadır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Gökçeada'nın doğal (dere, kaynak, göl) ve yapay (çeşme yalağı) gibi habitatlarında dağılım gösteren Amphipod türleri saptanmıştır. Çalışma sonucunda, Gammaridae familyasına ait 2 ve Talitridae familyasına ait 1 olmak üzere toplam 3 tür tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin tümü Gökçeada'dan ilk defa

kayıt edilmekte olup, sistematik konumları aşağıda verildiği gibidir.

Ordo: Amphipoda Latreille, 1816

Familia: Gammaridae Leach, 1814

Genus: *Gammarus* Fabricius, 1775

*Gammarus komareki* Schäferna 1922

*Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931)

Familia: Talitridae Rafinesque, 1815

Genus: *Orchestia* Leach, 1814

*Orchestia mediterranea* Costa, 1853

İçsular açısından nispeten fakir olan Gökçeada da en sık rastlanan tür *G. komareki* olup, dere, kaynak ve çeşme yalaklarında bulunan ve adada dağılım gösteren tek tatlı su Amphipod türü olduğu saptanmıştır. Çalışmada tespit edilen diğer iki tür ise denizel orijinli olan *G. aequicauda* ve *O. mediterranea* türleridir. Bu türler adanın güneydoğu kısmında yer alan bir sahil gölü olan Aydıncık Tuz Gölü'nden örneklenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Örnekleme yapılan lokaliteler ve onların habitat tipleri, koordinatları ve rakımları  
**Table 1.** Sampling localities and their habitat types, coordinates and altitudes

| No | Lokalite                           | Tarih      | Habitat      | Tür                                            | Koordinatlar                    | Rakım (m.) |
|----|------------------------------------|------------|--------------|------------------------------------------------|---------------------------------|------------|
| 1  | Tepeköy                            | 09.08.1999 | Çeşme Yalağı | <i>G. komareki</i>                             | 40°11'43,37"K<br>25°50'15,75"D  | 258        |
| 2  | Erenyurt Mevkii                    | 19.07.1991 | Kaynak       | <i>G. komareki</i>                             | 40° 08'16,55"K<br>25°50'17,53"D | 192        |
| 3  | Börekçi Cafer Varol Hayratı        | 07.08.1999 | Çeşme Yalağı | <i>G. komareki</i>                             | 40°11'07,43"K<br>25°55'13,73"D  | 223        |
| 4  | Kuzu Limanı 2 km kala, Mandra üstü | 21.07.1991 | Çeşme Yalağı | <i>G. komareki</i>                             | 40°12'09,15"K<br>25°55'27,36"D  | 196        |
| 5  | Karayolları Parkı                  | 09.08.1999 | Çeşme Yalağı | <i>G. komareki</i>                             | 40°08'34,73"K<br>25°50'44,56"D  | 205        |
| 6  | Ballıdere                          | 10.08.1999 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40°06'47,19"K<br>25°43'27,14"D  | 8          |
| 7  | Cezaevi üstü, Gölet yanı           | 14.07.1991 | Kaynak       | <i>G. komareki</i>                             | 40° 8'11,16"K<br>25°44'23,18"D  | 103        |
| 8  | Dereköy Deresi                     | 07.08.1999 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40° 9'11,42"K<br>25°46'18,50"D  | 235        |
| 9  | Kefaroz Deresi                     | 07.07.1991 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40°09'00,38"K<br>25°56'58,64"D  | 22         |
| 10 | Aydıncık Deresi                    | 06.08.1999 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40° 8'43,77"K<br>25°56'49,64"D  | 26         |
| 11 | Çınarlıdere, Yenibademli           | 10.08.1999 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40°13'22,73"K<br>25°53'43,17"D  | 8          |
| 12 | Aydıncık yolu                      | 06.07.1991 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40° 8'44,89"K<br>25°56'02,68"D  | 71         |
| 13 | Civaki Deresi                      | 06.08.1999 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40°10'40,64"K<br>25°57'32,85"D  | 45         |
| 14 | Cezaevi altı, Uğurlu               | 12.07.1991 | Dere         | <i>G. komareki</i>                             | 40° 6'57,45"K<br>25°42'34,66"D  | 8          |
| 15 | Yıkık Çamaşırhane, Dereköy         | 25.07.1991 | Kaynak       | <i>G. komareki</i>                             | 40°09'04,36"K<br>25°46'16,53"D  | 274        |
| 16 | Şahinkaya Göleti yanı              | 09.08.1999 | Çeşme Yalağı | <i>G. komareki</i>                             | 40°07'19,71"K<br>25°46'33,52"D  | 86         |
| 17 | Aydıncık Tuz Gölü                  | 07.08.1999 | Göl          | <i>G. aequicauda</i><br><i>O. mediterranea</i> | 40°07'42,26"K<br>25°57'01,97"D  | 2          |

*G. komareki* Balkanlar, Anadolu'nun kuzey kısımları ve İran'ın kuzey kısımlarını kapsayan geniş bir coğrafya boyunca dağılım gösteren bir türdür. *Gammarus* cinsi içinde özellikle 2'nci anten pedünkül segmentlerinin ventral kısmında çok sayıda uzun seta taşımasıyla karakterize edilen bir türdür. Türün Bulgaristan, Yunanistan, Romanya, Rusya ve İran'dan kayıtları mevcuttur (Karaman, 1969; Karaman and Pinkster, 1977; Grabowski and Pešić, 2007). Tip lokalitesi Bulgaristan'ın Pazarcık civarındaki Belovo kasabası olan *G. komareki*, ülkemizin Karadeniz Bölgesi'ni kapsayan kuzey kısımları ile Trakya Bölgesi'nde geniş bir dağılım alanına sahiptir (Özbek, 2008; Özbek, 2011). Karadeniz'in çevresindeki dere ve akarsularda dağılım gösteren bu türün Ege Denizi'ndeki adalardan herhangi bir kaydı bulunmamaktadır.

Yoğun bitki örtüsünün olduğu bölgelerdeki akarsularda dağılım gösteren *G. komareki*'nin organik kirliliğin yüksek boyutlarda olduğu kirlenmiş habitatlarda da dağılım gösterebildiği rapor edilmiştir (Karaman and Pinkster, 1977). Bu haliyle türün alfa-mezosaprobik karakterde olduğu söylenebilir.

*G. aequicauda* Akdeniz orijinli bir tür olup, özellikle Akdeniz ve Ege Denizi'ne boşalan akarsuların mansabında, deltalarının yakınındaki lentik habitatlarda, haliçlerde ve Bafa Gölü gibi denizden daha içeride kalan acısu karakterindeki göllerde dağılım göstermektedir (Bellan-Santini vd., 1982). Lagüner alanlarda ve dağılım gösterdiği lentik habitatlarda bentozun önemli bir bileşeni olduğu ve toplam biyomasın önemli bir kısmını oluşturduğu rapor edilmiştir (Janssen vd., 1979). *G. aequicauda*'nın dağılımında sıcaklık ve pH ile pozitif korelasyon olduğu ve makro alglerin bulunduğu bölgelerin, birçok amphipod türünde olduğu gibi *G. aequicauda* bireylerinin daha yoğun popülasyonlar oluşturmasında da destek olduğu bilinmektedir (Prato and Biandolino, 2003).

*G. aequicauda* Ege Bölgesi'nin kıyı bandında bulunan nehir ağızları, lagüner alanlar ve kıyı göllerinde dağılım göstermektedir (Özbek, 2011; Özbek vd., 2016). Bunun yanında, Karadeniz ve Marmara Denizi kıyısında yer alan

lagüner alanlardan da rapor edilmiştir (Akbulut vd., 2009; Özbek vd., 2015).

*O. mediterranea* Akdeniz orijinli bir tür olup, Akdeniz kıyıları dışında, İngiltere, İrlanda ve Kuzey Atlantik'te de dağılım göstermektedir (Bellan-Santini vd., 1982). *Orchestia* cinsi ülkemiz içsularında *O. cavimana*, *O. kosswigi*, *O. montagui*, *O. mediterranea*, *O. platensis* ve *O. stephenseni* olmak üzere toplam 6 tür ile temsil edilmektedir (Özbek and Ustaoglu, 2006). Lagüner alanlar ve kıyı göllerinde dağılım gösteren *Orchestia* cinsi üyeleri supralittoral bölgedeki detritus açısından zengin yerlerde, kıyıdaki makroalg yığınları ile taşlı çakıllı kısımlardaki yarı ıslak kısımlarda sıklıkla gözlenir. Ülkemiz içsularındaki dağılımı incelendiğinde, *O. mediterranea* türünün Bafa Gölü'nde dağılım gösterdiği rapor edilmiştir (Ustaoglu vd., 1998).

*G. aequicauda* ve *O. mediterranea* türleri Gökçeada'da bulunan Tuz Gölü'nden örneklenmiştir. Herhangi bir derenin beslemediği deniz seviyesindeki bu gölün ortalama derinliği 1 m civarında olup, yağmur suları ve deniz suyu ile beslenmektedir (Anonim, 1988). Her iki türün de ekolojileri göz önünde bulundurulduğunda Gökçeada Tuz Gölü'nün söz konusu türlerin ekolojik ihtiyaçlarına uygun bir habitat olduğu görülmektedir.

## SONUÇ

Bu çalışmayla ülkemizin en büyük adası olan Gökçeada'nın içsularında dağılım gösteren Amphipod türleri araştırılmış olup, Türkiye faunası hakkındaki bilgilere katkı yapılması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen tür sayısı az olmakla birlikte, tespit edilen türlerin adadan ilk defa kayıt ediliyor olması, konu hakkındaki bilgi boşluğunun doldurulmasına katkı yapıldığını göstermektedir. Ülke genelinde yapılacak biyoçeşitlilik çalışmalarıyla, biyolojik zenginliğimiz ortaya çıkarılabilecek, tespit edilen türlerin ve gen kaynaklarının korunması yönünde adımlar atılabilecektir.

## KAYNAKÇA

- Akbulut, M., Ustaoglu, M. R. & Çelik, E. Ş. (2009). Freshwater and Brackishwater Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) fauna of Sinop and Samsun. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environmental*, 15(1): 47-60.
- Anonim (1988). *Ege Denizi ve Akdeniz Kıyılarında Deniz Ürünleri Yetiştiriciliğine Uygun Alanlar*. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara. 63 pp.
- Balık, S. & Ustaoglu, M. R. (1993). A Preliminary Investigation on Freshwater Fauna of Gökçeada (Imroz) Island. *Biologia Gallo-hellenica*, 20(1): 299-303.
- Bellan-Santini, D., Karaman, G., Krapp-Schickel, G., Ledoyer, M. & Ruffo, S. (1982). *The Amphipoda of the Mediterranean, Part 3: Gammaridea (Melphippidae to Talitridae) Ingolfiellidae, Caprellidae*. Memoires de Institut Oceanographique, Monaco. 813 pp.
- Çamur-Elipek, B. & Aslan-Cihangir, H. (2007). First observations of two talitrid crustaceans (Amphipoda: Talitridae) from Gökçeada island (NE Aegean Sea). *Mediterranean Marine Science*, 8(2): 83-86.
- Google Earth 6.0. (2008). *Hylands House and estates 40°08'00.36"N, 26°09'10.11"E, elevation 82M*. 3D Buildings data layer. <<http://www.google.com/earth/index.html>> [Accessed on 30 April 2016].
- Grabowski, M. & Pešić, V. (2007). New data on the distribution and checklist of fresh-and brackishwater Gammaridae, Pontogammaridae and Behningiellidae (Amphipoda) in Bulgaria. *Lauterbornia*, 59: 53-62.
- Hou, Z. & Sket, B. (2015). A review of Gammaridae (Crustacea: Amphipoda): the family extent, its evolutionary history, and taxonomic redefinition of genera. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 176(2): 323-348. doi: 10.1111/zoj.12318
- Janssen, H., Scheepmaker, M., van Couwelaar, M. & Pinkster, S. (1979). Biology and distribution of *Gammarus aequicauda* and *G. insensibilis* (Crustacea: Amphipoda) in the lagoon system of Bages- Sigeon (France). *Bijdragen tot de Dierkunde*, 49: 42-70.
- Karaman, G. S. (1969). 17. Beitrag zur Kenntnis der Amphipoden. Bemerkungen über *Gammarus komareki* Schäferna, seine Taxonomie und Verbreitung. *Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 7(5): 33-43.

- Karaman, G. S. & Pinkster, S. (1977). Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea - Amphipoda), Part I, *Gammarus pulex*-group and related species. *Bijdragen Tot de Dierkunde*, 47: 1-97.
- Özbek, M. (2008). Malacostraca (Crustacea) fauna of some lakes located in western Black Sea region. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(4): 311-314.
- Özbek, M. (2011). An overview of *Gammarus* species distributed in Turkey, with an updated check-list and additional records. *Zoology in the Middle East*, 53: 71-78. doi: [10.1080/09397140.2011.10648863](https://doi.org/10.1080/09397140.2011.10648863)
- Özbek, M., Bakır, K. & Ustaoglu, M. R. (2016). Karine Lagünü (Aydın)'nın Malacostraca Faunası. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(1): 13-19. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.1.03](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.1.03)
- Özbek, M., Öztürk, H. H. & Özkan, N. (2015). Marmara ve Paşalimanı adaları ile Kapıdağ Yarımadası içsularının Gammaridae (Amphipoda) faunası. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32(4): 213-216. doi: [10.12714/egejfas.2015.32.4.07](https://doi.org/10.12714/egejfas.2015.32.4.07)
- Özbek, M. & Ustaoglu, M. R. (2006). Check-List of Malacostraca (Crustacea) Species of Turkish Inland Waters. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1-2): 235-240.
- Prato, E. & Biandolino, F. (2003). Seasonal changes in population of the Amphipod *Gammarus aequicauda* (Martynov, 1931). *Mediterranean Marine Science*, 4(1):49-56. doi: [10.12681/mms.240](https://doi.org/10.12681/mms.240)
- Ustaoglu, M.R., Balık, S. & Özbek, M. (1998). Bafa Gölü (Aydın)'nın Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) Faunası. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (3-4): 263-267.



RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

## A histological study on the ventricle of convict cichlid, *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867)

### Zebra çiklit, *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867) ventrikülü üzerine histolojik bir çalışma

Sezgi Arman\* • Sema İşısağ Üçüncü

Ege University, Faculty of Science, Department of Biology, 35100, Bornova, İzmir

\* Corresponding author: [sezgiarman@gmail.com](mailto:sezgiarman@gmail.com)

Received date: 12.07.2016

Accepted date: 20.12.2016

#### How to cite this paper:

Arman, S., & İşısağ Üçüncü, S. (2017) A histological study on the ventricle of convict cichlid, *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 69-73. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.10

**Abstract:** The morphological and histological structures of the ventricle of convict cichlid (*Amatitlania nigrofasciata*) were described light microscopically. The ventricle was pyramidal in shape, and its wall was comprised of epicardium, myocardium, and endocardium. Epicardium and endocardium were thin and had similar histological structure that consisted of simple squamous epithelium and connective tissue. The thicker layer, myocardium, was composed of two layers differentiated easily: the outer part was compactly organized while the inner one was observed as spongy in appearance with large trabeculae oriented between branched bundles of cardiac muscle. The pyramidal shape and myoarchitectural features of the ventricle were evaluated and discussed as being the most important histological parameter of metabolic activity which is depended on myocardial functions.

**Keywords:** Heart, ventricle, *Amatitlania nigrofasciata*, convict cichlid, histology

**Öz:** Bu çalışmada zebra çiklit (*Amatitlania nigrofasciata*) ventrikülünün morfolojik ve histolojik özellikleri ışık mikroskobu ile incelenmiştir. Ventrikül, piramit biçimlidir ve ventrikül duvarı epikardiyum, miyokardiyum ve endokardiyum tabakalarından meydana gelmiştir. Epikardiyum ve endokardiyum tek katlı yassı epitel ile ince bir bağ dokudan oluşmuştur. Daha kalın bir tabaka olan miyokardiyum, kolayca ayırt edilebilen iki tabaka halinde izlenmiştir; dış tabaka, sıkı şekilde organize olmuşken iç tabaka, dallanmış kalp kası demetleri arasında yer alan iri trabekülleri ile süngerimsi görünüme sahiptir. Ventrikülün piramidal biçimi ve kas düzenlenişi metabolik aktivitenin önemli bir parametresi olarak değerlendirilerek tartışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kalp, ventrikül, *Amatitlania nigrofasciata*, zebra çiklit, histoloji

## INTRODUCTION

During the embryogenesis, heart is the first organ that forms and becomes functional in all vertebrates (Yelon, 2001; Glickman and Yelon, 2002). There are significant structural similarities of different vertebrate hearts; three layers of the circulatory system that can be also noticed in heart; epicardium (*tunica adventitia*), myocardium (*tunica media*) and endocardium (*tunica intima*). The outmost layer is pericardium consists of also two distinct layers; fibrous and serous pericardium (University of Leeds, 2003).

Univentricular heart of teleosts, as a prototype of the hearts of higher vertebrates, enable to study the structure, function, physiology and mechanisms (Weinstein and Fishman, 1996; Fishman et al., 1997; Hu et al., 2000). Teleost heart morphology and physiology are well studied by numerous authors (Santer, 1985; Satchell, 1991; Farrell and Jones, 1992; Sánchez-Quintana et al., 1995; Burggren et al., 1997; Simões

et al., 2002; Icardo, 2012). It consists of four chambers: the sinus venosus, the atrium, the ventricle and the bulbus arteriosus through the blood flow (Santer, 1985; Stainier and Fishman, 1992; Stainier et al., 1993). The ventricle is the most muscular chamber of the heart that contracts strongly and lead the blood to the ventral aorta via elastic bulbus arteriosus.

Teleost ventricles show some differences in shape; they can be saccular, tubular or pyramidal, and each type has also different myoarchitecture (Sánchez-Quintana et al., 1995). It was reported that mixed ventricular myocardium is well vascularized in its outer compact and inner spongy layers. This type of myocardium of pyramidal ventricle is found in fish with high swimming activity. However, in less active fish that have tubular or saccular ventricles, myocardium is spongy with entirely trabecular muscle (Tota, 1978; Santer and Walker, 1980; Santer et al., 1983; Santer, 1985; Simões et al., 2002).

Convict cichlid is a freshwater teleost native diversified in the streams and rivers of Central America, and a very popular aquarium fish (Mousavi-Sabet and Eagderi, 2016). It is also a frequently used model for fish behavior studies (Nelson et al., 2013; Wisenden et al., 2015). The current study is aimed to describe histological features of the ventricle of *A. nigrofasciata*.

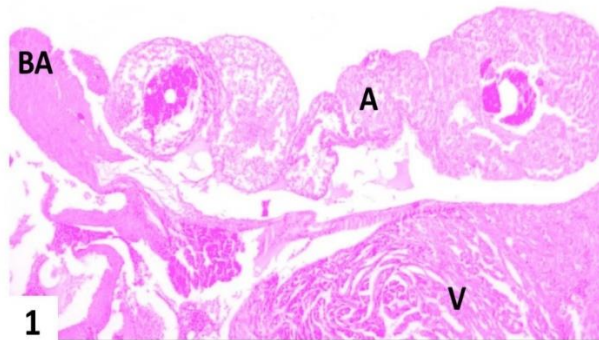
## MATERIALS AND METHODS

Ten specimens of *A. nigrofasciata* were obtained commercially and maintained for two weeks in well aerated and filtered aquaria (40 L) at  $26 \pm 2$  °C. Photoperiod was 14-h light/10-h dark. They were fed frozen *Artemia* sp. (Ocean Nutrition™) twice a day.

The specimens were euthanatized with overdose of MS-222, the hearts were removed and fixed in Bouin's fluid for 24-h at 4 °C and routine histological procedures were followed. They were rinsed in distilled water, dehydrated in ethanol, treated with xylene and embedded in paraffin (Presnel et al., 1997). 5 µm-thick serial sections were stained with Mayer's hematoxylin-eosin (H-E). Slides were investigated by light microscopy and photographed by using Euromex HDII camera attached to Euromex stereomicroscope and Zeiss Axio Scope. A1 equipped with Zeiss AxioCam ERc5s.

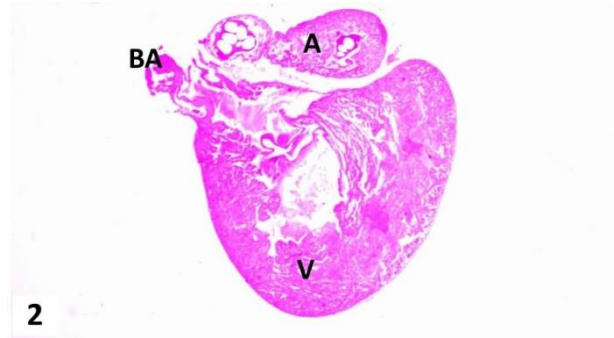
## RESULTS

The largest part of the heart of *A. nigrofasciata* was ventricle, the atrium had a thin, muscular wall and atrial lumen composed of loose meshwork of trabeculae; and the bulbus arteriosus had a thick wall consisting of connective tissue fibers (Figure 1).

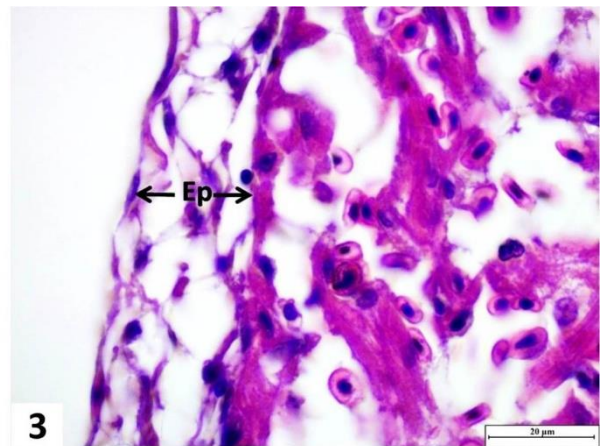


**Figure 1.** Frontal section of the heart of *A. nigrofasciata* showing the chambers of the atrium (A), the ventricle (V) and the bulbus arteriosus (BA) (original magnification x4)

Three distinct layers of pyramidal ventricle (Figure 2) were observed as epicardium, myocardium and endocardium. While epicardium (visceral serous pericardium) was clearly observed, the fibrous pericardium and the pericardial cavity could not be noticed. Epicardium, a thin layer that was consist of flattened epithelial cells (mesothelium) and connective tissue (Figure 3).

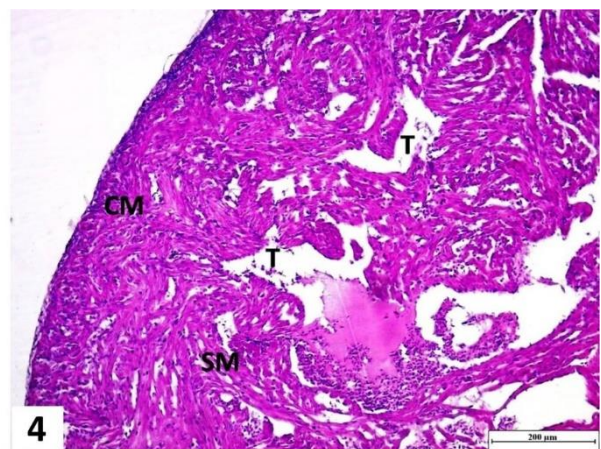


**Figure 2.** Frontal section of the pyramidal ventricle (V), the atrium (A) and the bulbus arteriosus (BA) (original magnification x2)



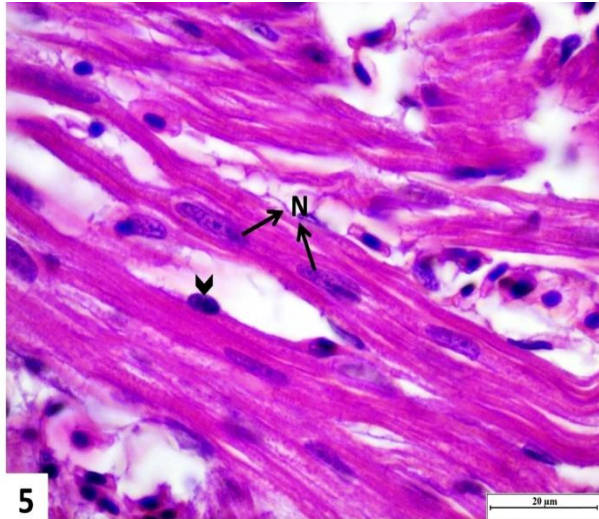
**Figure 3.** Epicardium (Ep) that is composed of mesothelium and connective tissue

Myocardium was consisted of outer, compact myocardium (compacta) and inner spongy myocardium (spongiosa). In the spongy myocardium, some large trabeculae were noted (Figure 4).

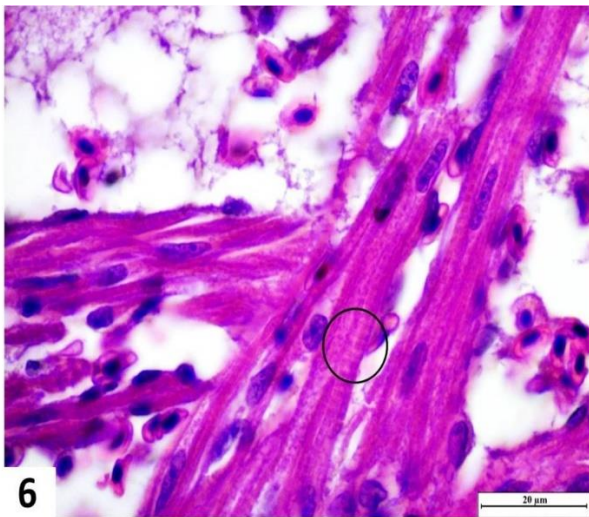


**Figure 4.** Outer compact myocardium (CM) and inner spongy myocardium (SM) with large trabeculae (T)

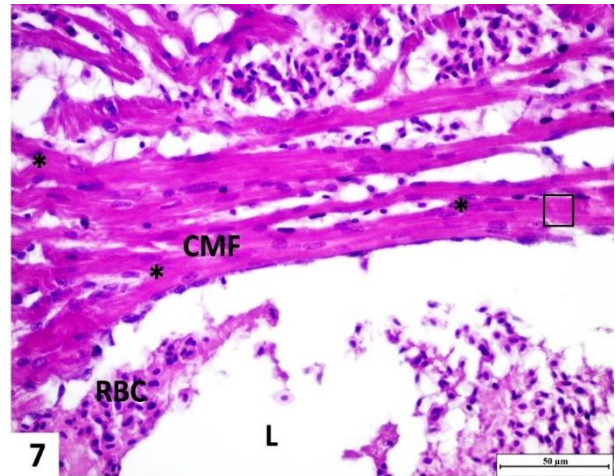
Ellipsoid, centrally located nuclei surrounded by widened perinuclear spaces were observed (Figure 5). Striated appearance of the circular muscle cells were distinguished locally (Figure 6). Cardiac muscle cells as branched fibers were easily noticed, however intercalated discs were partly seen (Figure 7).



**Figure 5.** Centrally positioned nuclei (N) of cardiac muscle cells and epithelial cell (arrowhead)

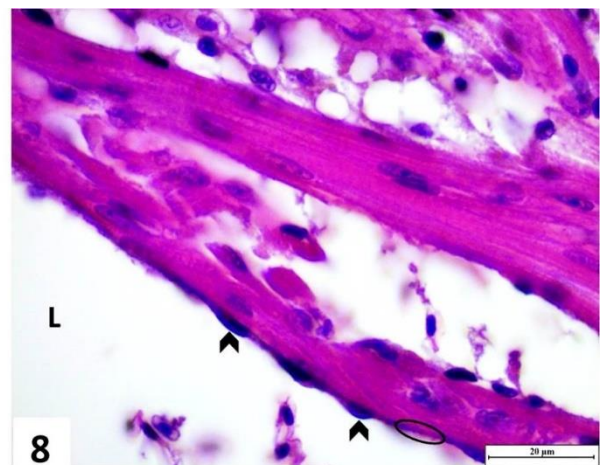


**Figure 6.** Striated appearance (encircled) of the cardiac muscle fibers



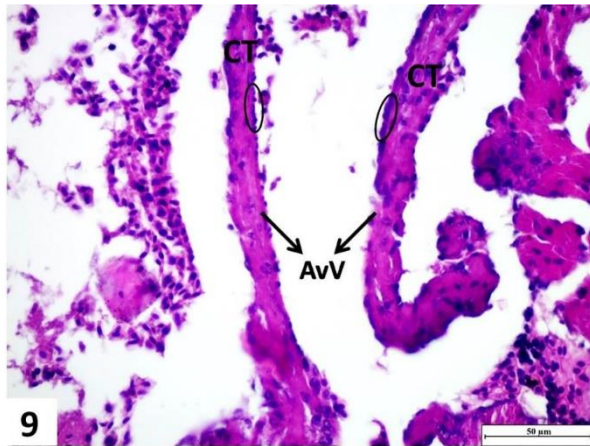
**Figure 7.** Branched (\*) cardiac muscle fibers (CMF) with slightly seen intercalated disc (square), red blood cells (RBC) in the ventricular lumen (L)

Endocardium was very thin and composed of simple squamous epithelium (endothelium) and connective tissue (Figure 8).

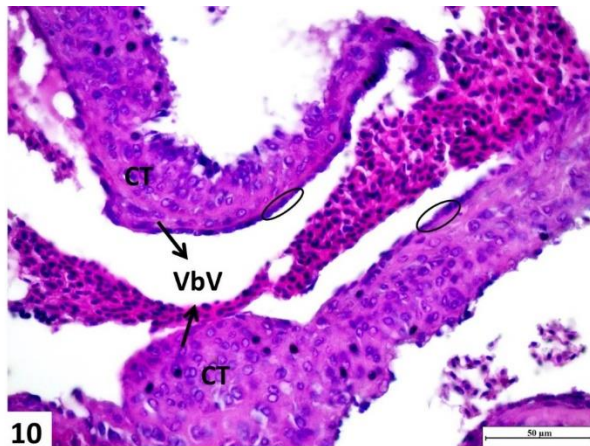


**Figure 8.** Ventricular lumen (L), simple squamous epithelium (arrowhead) and connective tissue (ellipse) of the endocardium

Atrioventricular and ventriculobulbar valves were observed clearly as of connective tissue flaps covered by endothelium (Figure 9 and 10).



**Figure 9.** Atrioventricular valve (AvV) consisting of connective tissue (CT) and covered by endocardium (ellipse)



**Figure 10.** Ventriculobulbar valve (VbV) consisting of connective tissue (CT) and covered by endocardium (ellipse)

## DISCUSSION

As being the first organ that forms and functions in all vertebrate embryos (Glickman and Yelon, 2002), the anatomy, structure and functions of heart had been well studied; and significant similarities were also well defined histologically in warm and cold-blooded vertebrates. In accordance with

previous reports (Pérez-Pomares et al., 2009), the organization and histological structures of the heart wall of *A. nigrofasciata* was constructed in three-layers which are exhibited common features. Lacking of Purkinje fibers in lower vertebrates is also a common structural organization (Eliška, 2006; Eralp et al., 2006; Quentin and Moore, 2008); these fibers were not observed in the heart of *A. nigrofasciata*.

External ventricular shape and architectural arrangement show a great variability in different fish. Depending on their shapes, the ventricle can be differentiated as pyramidal, tubular and saccular (Santer, 1985; Sánchez-Quintana et al., 1995; Simões et al., 2002). The pyramidal ventricles were reported in the members of Salmonidae and Scombridae (Farrell and Jones, 1992; Icardo, 2012); also in *Pagellus centrodontus* (Sánchez-Quintana et al., 1995), *Piaractus mesopotamicus* and *Colossoma macropomum* (Simões et al., 2002). The ventricles of *Merluccius merluccius* was tubular (Sánchez-Quintana et al., 1995); while *Lophius piscatorius* (Sánchez-Quintana et al., 1995) and *Clarias gariepinus* (Simões et al., 2002) had saccular ones.

Another classification of ventricles could also be done according to presence and relative thickness of compact layer, and the extension of myocardial vascularization (Tota, 1983; Tota, 1989; Tota and Garofalo, 2012; Icardo, 2012).

Although some incompatibilities between the shapes and structures of ventricles were noted, Icardo (2012) was offered a consensus: both of two parameters; the external shape (Santer, 1985) or muscular structure and vascularization of the ventricular wall (Tota, 1983) are suitable for classification.

Ventricular shape and myoarchitecture are naturally correlated with the lifestyle and metabolic activities of fish species. While fast-swimming fish have pyramidal ventricle which has mixed type myocardium that consists of compacta and spongy layers; sedentary or less active fish show tubular or saccular ventricles that present entirely trabeculated myocardium. However, Simões et al. (2002) reported that a freshwater teleost *Clarias gariepinus* that mostly inhabit shallow, running water, has a saccular shaped ventricle consisted of mixed type myocardium.

*A. nigrofasciata* is an attractive species that prefers fast moving streams and rivers, and has a pyramidal ventricle constructed with mixed type of myocardium.

## REFERENCES

- Burggren, W.W., Farrell, A.P. & Lillywhite, H. (1997). Vertebrate cardiovascular systems. *Handbook of Comparative Physiology*, 215-308. doi: 10.1002/cphy.cp130104
- Eliška, O. (2006). Purkinje fibers of the heart conduction system. *Časopis Lékařů Českých*, 145(4): 329-335.
- Eralp, I., Lie-Venema, H., Bax, N.A., Wijffels, M.C., Van Der Laarse, A., DeRuiter, M.C., Bogers, A.J.J.C., Van Der Akker, N.M.S., Gourdie, R.G., Schalij, M.J., Poelmann, R. E. & Gittenberger-De Groot, A.C. (2006). Epicardium-derived cells are important for correct development of the Purkinje fibers in the avian heart. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 288(12): 1272-1280. doi: 10.1002/ar.a.20398
- Farrell, A.P. & Jones, D.R. (1992). 1 The Heart. *Fish physiology*, 12: 1-88. doi: 10.1016/S1546-5098(08)60331-3
- Fishman, M.S., Stainier, D.Y., Breitbart, R.E. & Westerfield, M. (1997). Zebrafish: Genetic and embryological methods in a transparent vertebrate embryo. *Methods in Cell Biology*, 52: 67-82. doi: 10.1016/S0091-679X(08)60374-X

- Glickman, N.S. & Yelon, D. (2002). Cardiac development in zebrafish: coordination of form and function. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 13: 507-513. doi: [10.1016/S1084952102001040](https://doi.org/10.1016/S1084952102001040)
- Hu, N., Sedmera, D., Yost, H.J. & Clark, E.B. (2000). Structure and function of the developing zebrafish heart. *The Anatomical Record*, 260:148–157. doi: [10.1002/1097-0185\(20001001\)260:2<148::AID-AR50>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/1097-0185(20001001)260:2<148::AID-AR50>3.0.CO;2-X)
- Icardo, J.M. (2012). The Teleost Heart: Morphological Approach. In D. Sedmera and T. Wang (Eds.), *Ontogeny and Phylogeny of the Vertebrate Heart* (pp 35-53). New York: Springer. doi: [10.1007/978-1-4614-3387-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3387-3_2)
- Mousavi-Sabet, H. & Eagderi, S. (2016). First record of the convict cichlid, *Amatitlania nigrofasciata* (Günther, 1867)(Teleostei: Cichlidae) from the Namak Lake basin, Iran. *Iranian Journal of Ichthyology*, 3(1): 25-30. doi: [10.7508/iji.2016.01.003](https://doi.org/10.7508/iji.2016.01.003)
- Nelson, A.B., Alemadi, S.D. & Wisenden, B.D. (2013). Learned recognition of novel predator odour by convict cichlid embryos. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 67(8): 1269-1273. doi: [10.1007/s00265-013-1554-1](https://doi.org/10.1007/s00265-013-1554-1)
- Pérez-Pomares, J.M., González-Rosa, J.M. & Muñoz-Chápuli, R. (2009). Building the vertebrate heart- an evolutionary approach to cardiac development. *The International Journal of Developmental Biology*, 53: 1427-1443. doi: [10.1387/ijdb.072409jp](https://doi.org/10.1387/ijdb.072409jp)
- Presnell, J.K., Schreiber, M.P. & Humason, G.L. (1997). Humason's animal tissue techniques. Johns Hopkins University Press.
- Quentin, B. & Moore, R. (2008). *Biology of fishes*. UK: Taylor & Francis Group.
- Sánchez-Quintana, D., García-Martínez, V., Climent, V. & Hurle, J.M. (1995). Morphological analysis of the fish heart ventricle: myocardial and connective tissue architecture in teleost species. *Annals of Anatomy*, 177: 267-274. doi: [10.1016/S0940-9602\(11\)80198-6](https://doi.org/10.1016/S0940-9602(11)80198-6)
- Santer, R.M. (1985). Morphology and innervation of the fish heart. *Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology*, 89: 1-102.
- Santer, R.M. & Walker, M.G. (1980). Morphological studies on the ventricle of teleost and elasmobranch heart. *Journal of Zoology*, 190: 259-272. doi: [10.1111/j.1469-7998.1980.tb07771.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1980.tb07771.x)
- Santer, R.M., Walker, M.G., Emerson, L. & Witthames, P.R. (1983). On the morphology of the heart ventricle in marine teleost fish (Teleostei). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 76A: 453-457. doi:[10.1016/0300-9629\(83\)90445-0](https://doi.org/10.1016/0300-9629(83)90445-0)
- Satchell, G.H. (1991). *Physiology and form of fish circulation*. Cambridge: Cambridge University.
- Simões, K., Vicentini, C.A., Orsi, A.M. & Cruz, C. (2002). Myoarchitecture and vasculature of the heart ventricle in some freshwater teleosts. *Journal of Anatomy*, 200: 467-475. doi: [10.1046/j.1469-7580.2002.00023.x](https://doi.org/10.1046/j.1469-7580.2002.00023.x)
- Stainier, D.Y., Lee R.K. & Fishman, M.C. (1993). Cardiovascular development in the zebrafish I. Myocardial fate map and heart tube formation. *Development*, 119: 31-40.
- Stainier, D.Y.R. & Fishman, M.C. (1992). Patterning the zebrafish heart tube: acquisition of anteroposterior polarity. *Developmental Biology*, 153: 91-101. doi: [10.1016/0012-1606\(92\)90094-W](https://doi.org/10.1016/0012-1606(92)90094-W)
- Tota, B. (1978). Functional cardiac morphology and biochemistry in Atlantic bluefin tuna. In: G.D. Sharp, A.E. Dizon (Eds.), *The Physiological Ecology of Tunas* (pp 89-112). New York: Academic Press. doi: [10.1016/0012-1606\(92\)90094-W](https://doi.org/10.1016/0012-1606(92)90094-W)
- Tota, B. (1983). Vascular and metabolic zonation in the ventricular myocardium of mammals and fishes. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 76: 423-437. doi: [10.1016/0300-9629\(83\)90442-5](https://doi.org/10.1016/0300-9629(83)90442-5)
- Tota, B. (1989). Myoarchitecture and vascularisation of the elasmobranch heart ventricle. *Journal of Experimental Zoology*, 252(S2): 122–135. doi: [10.1002/jez.1402520413](https://doi.org/10.1002/jez.1402520413)
- Tota, B. & Garofalo, F. (2012). Fish heart growth and function: from gross morphology to cell signalling and back. In D. Sedmera and T. Wang (Eds.), *Ontogeny and phylogeny of the vertebrate heart*. New York: Springer. doi: [10.1007/978-1-4614-3387-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3387-3_3)
- University of Leeds (2003). The Histology Guide, Circulatory System. Retrieved February 12, 2016 from <http://www.histology.leeds.ac.uk/circulatory/heart.php>.
- Weinstein, B.M. & Fishman, M.C. (1996). Cardiovascular morphogenesis in zebrafish. *Cardiovascular Research*, 31: E17-E24. doi: [10.1016/S0008-6363\(95\)00139-5](https://doi.org/10.1016/S0008-6363(95)00139-5)
- Wisenden, B.D., Stumbo, A.D., Self, P.A., Snekser, J.L., McEwen, D.C., Wisenden, P.A., Keenleyside, M.H.A., Itzkowitz, M. & Brisch, E. (2015). Co-evolution of offspring antipredator competence and parental brood defense in convict cichlids. *Hydrobiologia*, 748(1): 259-272. doi: [10.1007/s10750-014-1917-2](https://doi.org/10.1007/s10750-014-1917-2)
- Yelon, D. (2001). Cardiac patterning and morphogenesis in zebrafish. *Developmental Dynamics*, 222(4): 552–563. doi: [10.1002/dvdy.1212](https://doi.org/10.1002/dvdy.1212)



ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Bazı deniz mikroalglerinin (*Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii* ve *Dunaliella salina*) kültüründe tuzluluk konsantrasyonunun büyüme ve pigment yapısına etkisinin araştırılması

### Investigation of the effect of salinity concentration on growth and pigment composition on the some marine microalgae (*Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii* and *Dunaliella salina*)

Yaşar Durmaz\* • Pinar Piriñç

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

\* Corresponding author: [yasar.durmaz@ege.edu.tr](mailto:yasar.durmaz@ege.edu.tr)

Received date: 18.10.2016

Accepted date: 19.12.2016

#### How to cite this paper:

Durmaz, Y. & Piriñç, P. (2017). Investigation of the effect of salinity concentration on growth and pigment composition on the some marine microalgae (*Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii* and *Dunaliella salina*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 75-80.  
doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.11

**Öz:** Bu çalışmada; *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii* ve *Dunaliella salina* türlerinin farklı tuzluluk değerlerinde büyümesi ve optimum tuzluluk değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kültürler, F/2 ortamında, balonlarda, pH 8'de, kültür sıcaklığı  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve üçer tekrarlı olarak yapıldı. Farklı tuzluluk değerlerinde en yüksek hücre yoğunluğu *Nannochloropsis oculata* türünde ‰20 ile ‰30 arasında, *Tetraselmis chuii* türü için en yüksek hücre sayısı ise ‰30 ile ‰40 arasında elde edilmiştir. *Dunaliella salina* mikroalg türü için ‰40 tuzluluk konsantrasyonunda en yüksek hücre sayısı elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii*, *Dunaliella salina*, tuzluluk, ışık, beta karoten

**Abstract:** In this study, it has aimed that *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii*, and *Dunaliella salina* microalgae species were examined effects on growth in different salinity and to determine the optimum salinity concentration for the culture. Cultures were growth in flask enriched with F/2 medium arranged to be pH 8 as culture temperature to be  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  and were performed in triplicate. In different salinity concentration, the highest cell density for *Nannochloropsis oculata* was obtained at ‰20 between ‰30 concentrations of salinity, for *Tetraselmis chuii* the highest cell density was determined at ‰30 and ‰40 concentrations of salinity. For *Dunaliella salina* microalg, the highest cell density was obtained at ‰40 concentrations of salinity.

**Keywords:** *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii*, *Dunaliella salina*, salinity, bight, beta carotene

## GİRİŞ

Fitoplankton hücrelerinin gelişimini çeşitli faktörler etkiler. Bunlar; ışık, sıcaklık, havalandırma-karıştırma gibi fiziksel faktörler ile sterilizasyon, mineral tuzlar, karbon gazı, pH ve tuzluluk gibi kimyasal faktörlerdir. Bu faktörlerden tuzluluk, fitoplankton gelişimini, metabolizmasını ve dağılımını etkileyen en önemli ekolojik faktörlerden birisidir (Alsull vd., 2012). Mikroalg türlerinin kimyasal kompozisyonları (lipit, karotenoid vs) ve büyüme oranları çevresel koşullar tarafından etkilenir. Bunlar; ışık, sıcaklık, besin, suyun tuz konsantrasyonudur. Bu faktörler; büyüme, fizyolojik aktiviteler ve biyokimyasal kompozisyon üzerinde etkilidir (Asulabh, 2012; Ben-Amotz ve Shaish, 1992).

Bu çalışmada, ülkemizde çipura, levrek larva yetiştiriciliğinde önemli bir yer tutan ve rotiferlerin

beslenmesinde yaygın olarak kullanılan *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii* ve *Dunaliella salina* mikroalg türlerinin farklı tuzluluklardaki (*Nannochloropsis oculata* için; ‰20, ‰25, ‰30, ‰33, ‰35, ‰38, ‰40, tuzluluk, *Tetraselmis chuii* için; ‰20, ‰30 ve ‰40 tuzluluk, *Dunaliella salina* için; ‰40, ‰80, ‰150 tuzluluk) gelişiminin incelenmesi, yetiştiriciliğe en uygun tuzluluk derişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada, Akva-tek Su ürünleri Turizm San. ve Tic. A.Ş. işletmesinden temin edilen *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii*, ve *Dunaliella salina* türleri kullanılmıştır.

Deneme, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla Birimi plankton laboratuvarında sürdürülmüştür. Çalışma süresince laboratuvar sıcaklığı, bir klima ile  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmıştır. Deneme üç tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve sürekli havalandırma ile kültürlerin karıştırılması sağlanmıştır. pH 7-8 olarak ayarlanmış ve havalandırmada  $\text{CO}_2$  ilavesi yapılmamıştır. Denemede kültür ortamı olarak F/2 besin ortamı kullanılmıştır (Guillard, 1975).

*Nannochloropsis oculata* türü ‰20, ‰30, ‰35 ve ‰40, ‰25, ‰33 ve ‰38 tuzluluk konsantrasyonları, *Tetraselmis chuii* türü ‰20, ‰30 ve ‰40 tuzluluk konsantrasyonları, *Dunaliella salina* ‰40, ‰80 ve ‰150 tuzluluk konsantrasyonlarında denemeler yapılmıştır.

Hücre sayımı, ışık mikroskobu kullanılarak, Neubauer hemositometre ile yapılmış, her bir kültürden alınan örnekler sayılarak bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Kuru madde miktarlarının saptanması için, her erlenden 5 ml örnek alınmıştır. 47 mm çaplı  $0,45 \mu\text{m}$  göz açıklığındaki Whatman GF/C filtre kağıtları yardımıyla süzülen örnekler  $105^\circ\text{C}$ 'ye getirilen etüvde 3-4 saat tutulduktan sonra kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Vonshak, 1997). Klorofil-a ve toplam karoten miktarları spektrofotometrik yöntemle göre, hücreler durgunluk fazına girerken yapılmıştır. 5 ml örnek tüplere alınarak, santrifüjde çöktürme işleminin ardından üzerinde kalan fazla su dökülmüştür. 5 ml asetona ya da metanol ile muamele edildikten sonra, cam tozu ilave edilerek, mekanik karıştırıcı ile 3-5 dakika süre ile homojenize edilmiş, elde edilen örnek,  $50-60^\circ\text{C}$  suyun içerisinde 5 dk süre ile bekletildikten sonra vortex yardımıyla 15 sn karıştırma işleminin ardından tekrar santrifüj ile ayrılmıştır. Santrifüjden çıkan örneklerin üzerinde kalan sıvı, spektrofotometrede 666nm ve 475nm dalga boyunda okunmuş, aşağıda verilen formül ile klorofil a ve toplam karoten miktarı tespit edilmiştir.

Klorofil a ( $\mu\text{g/ml}$ ) =  $13,9 A_{666}$  (Sanchez vd., 2005)

$A_{666}$  666 nm okunan absorbands (soğurma) değeri

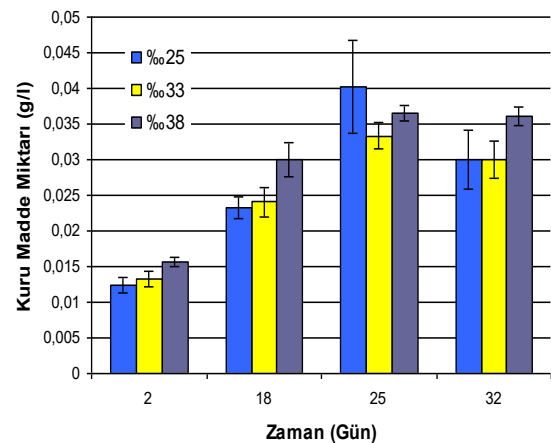
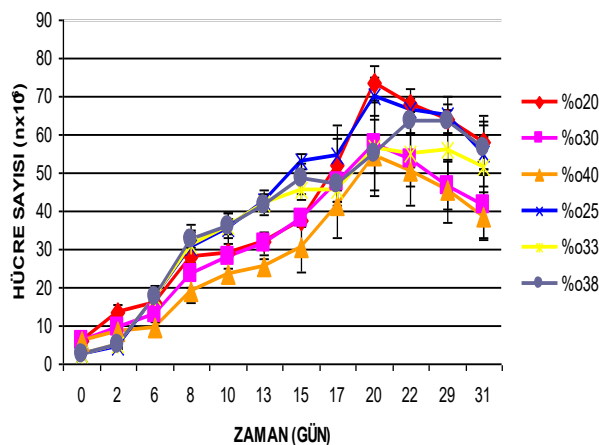
Toplam Karoten ( $\mu\text{g/ml}$ ) =  $4,5 A_{475}$  (Zou ve Richmond, 2000)

$A_{475}$  475 nm okunan absorbands değeri

Verilerin istatistik analizi için Windows Versiyon 12 SPSS programı kullanılmış ve tüm veriler ortalama  $\pm$  standart sapma şeklinde ifade edilmiştir (Özdamar, 2004). Verilerin parametrik test varsayımlarını gerçekleştirdiğinden parametrik olmayan testlerden Duncan testi ile analiz edilerek, ters dönüşüm, logaritmik dönüşüm ya da Kruskal Wallis kullanılarak, P değerinin 0,05 ve 0,05 den küçük bulunduğu değerler istatistiksel açıdan farklı olarak kabul edilmiştir.

## BULGULAR

*Nannochloropsis oculata* türünün ‰20, ‰30, ‰35, ‰40 tuzluluk derişimindeki hücre sayıları 0. günde  $6,08 \times 10^6$  hücre/ml iken 20. güne kadar kademeli olarak artmış, ‰20 tuzlulukta  $73,33 \times 10^6$  hücre/ml'ye, ‰30 tuzlulukta  $57,47 \times 10^6$  hücre/ml'ye, ‰35 tuzlulukta  $52 \times 10^6$  hücre/ml'ye, ‰40 tuzlulukta  $54,67 \times 10^6$  hücre/ml'ye kadar ulaşmıştır. *Nannochloropsis oculata* türünün ‰25, ‰33, ‰38 tuzluluk derişimindeki hücre sayıları ise, 0. günde  $2,56 \times 10^6$  hücre/ml iken, 20. güne kadar kademeli olarak artmış ‰25 tuzlulukta  $54,33 \times 10^6$  hücre/ml'ye ‰33 tuzlulukta  $45,72 \times 10^6$  hücre/ml'ye ‰38 tuzlulukta  $47 \times 10^6$  hücre/ml'ye kadar ulaşmış, en yüksek hücre sayısı ‰20 tuzlulukta ayarlanmış kültür ortamında tespit edilmiştir. Kuru madde miktarı en fazla, ‰25 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir (Şekil 1). Hücre sayısı ve kuru madde miktarı bakımından, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ).

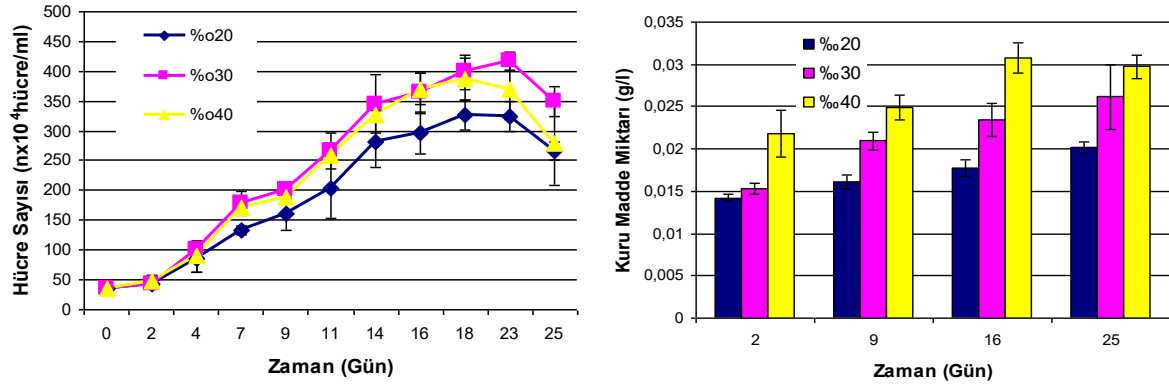


**Şekil 1.** *Nannochloropsis oculata* türünün farklı tuzluluk derişimlerinde ortalama hücre sayıları ( $\text{nx}10^6$  hücre/ml) ve kuru madde miktarı (g/L) derişimleri

**Figure 1.** The variation in average cell number ( $\text{nx}10^6$  cells/ml) and dry weight (g/L) of *Nannochloropsis oculata* at different salinity concentration

*Tetraselmis chuii* türünün ‰20, ‰30 ve ‰40 tuzluluk derişimlerinde, hücre sayıları tespit edilmiş, 0. günde  $35 \times 10^4$  hücre/ml olan hücre sayısı 18. güne kadar kademeli olarak artmış, ‰20 tuzlulukta  $326 \times 10^4$  hücre/ml'ye, ‰30 tuzlulukta  $398 \times 10^4$  hücre/ml'ye, ‰40 tuzlulukta  $386 \times 10^4$  hücre/ml'ye kadar ulaşmıştır.

En yüksek hücre sayısı, ‰30 ve ‰40 tuzlulukta ayarlanmış kültür ortamlarında tespit edilmiştir. Kuru madde miktarı en fazla ‰40 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir (Şekil 2). Hücre sayısı ve kuru madde miktarı bakımından, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ).

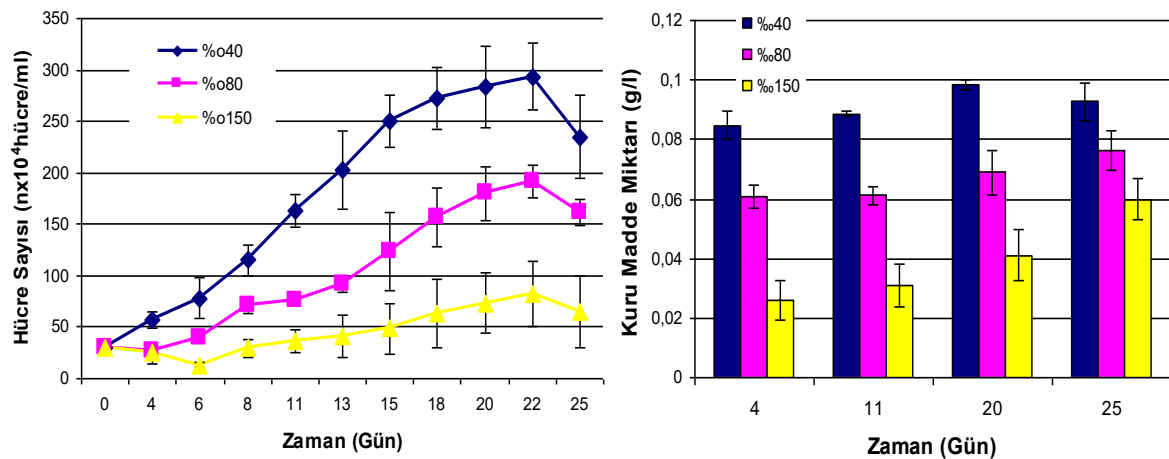


Şekil 2. *Tetraselmis chuii* mikroalg türünün farklı tuzluluk derişimlerdeki ortalama hücre sayıları (nx10<sup>4</sup> hücre/ml) ve kuru madde miktarı değışim grafiğı (g/l)

Figure 2. The variation in average cell number (nx10<sup>6</sup> cells/ml) and dry weight (g/L) of *Tetraselmis chuii* at different salinity concentration

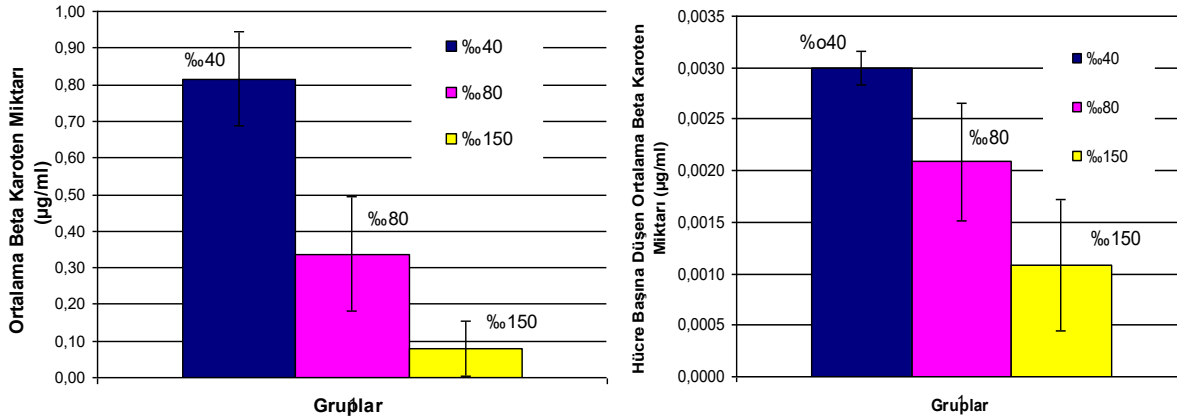
*Dunaliella salina* türünün ‰40, ‰80 ve ‰150 tuzluluk derişimlerinde, 0. günde  $30 \times 10^4$  hücre/ml olan hücre sayısı 22. güne kadar kademeli olarak artmış, ‰40 tuzlulukta  $293 \times 10^4$  hücre/ml'ye, ‰80 tuzlulukta  $191 \times 10^4$  hücre/ml'ye, ‰150 tuzlulukta  $81 \times 10^4$  hücre/ml'ye kadar ulaşmış, en yüksek hücre sayısı ‰40 tuzlulukta ayarlanmış kültür ortamlarında tespit edilmiştir. Kuru madde miktarı en fazla ‰40 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir (Şekil 3). 18. günde toplam

karoten miktarı ve hücre başına düşen ortalama beta karoten miktarları (µg/ml) en fazla 0,82 µg/ml ile ‰40 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir. Hücre başına düşen beta karoten miktarı ise, en fazla 0,0030 µg/ml ile ‰40 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir (Şekil 4). Duncan'a göre, hücre sayısı ve kuru madde ve toplam karoten miktarı bakımından, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ).



Şekil 3. *Dunaliella salina* mikroalg türünün farklı tuzluluk derişimlerdeki ortalama hücre sayıları (nx10<sup>4</sup> hücre/ml) ve kuru madde miktarı değışim grafiğı (g/l)

Figure 3. The variation in average cell number (nx10<sup>6</sup> cells/ml) and dry weight (g/L) of *Dunaliella salina* at different salinity concentration



**Şekil 4.** 18. günde *Dunaliella salina* mikroalg türünün farklı tuzluluk derişimlerinde toplam karoten miktarları ve hücre başına düşen ortalama toplam karoten miktarları (µg/ml) değışim grafiğı (µg/ml)

**Figure 4.** The variation in total carotene and beta-carotene per cell (µg/ml) of *Dunaliella salina* at different salinity concentration

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Algal büyümeyi düzenleyen en önemli parametreler; besin kalitesi ve miktarı, ışık, pH, türbülans, tuzluluk ve sıcaklıktır (Utting, 1985). Algal kültürlerde oluşturulan ortam koşulunda bir algal tür için optimum olan parametre, başka algal tür için optimum olmayabilir (Coutteau, 1996). Ayrıca, mikroalg türlerinin kimyasal kompozisyonları ve büyüme oranları ışık, sıcaklık, besin, suyun tuz konsantrasyonu tarafından etkilenir (Asulabh vd., 2012; Ben-Amotz ve Shaish, 1992). Mikroalg üretiminde temel hedef ekonomik bir sonuca ulaşmaktır. Özellikle hücrelerin ışığı etkin kullanamaması mikroalg üretiminde maliyeti etkileyen en önemli parametredir. Kültür balığı üretiminde mikroalg üretimi önemli bir maliyet girdisi oluşturur. Bu nedenle, su ürünleri yetiştiriciliğinde yoğun olarak kültürü yapılan *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis chuii* ve *Dunaliella salina* türlerinin, farklı tuzluluk konsantrasyonların büyüme ve pigment miktarları üzerine etkisi çalışılmış, her alg türü için optimum kültür yoğunluğunun tespit edilerek, az harcamayla daha yüksek verimlilikte ürün elde edilebileceği tespit edilmiştir.

Çevresel koşullar ile birlikte kültür ortamında kullanılan besin maddeleri ve konsantrasyonları mikroalgal büyüme ve mikroalgin biyokimyasal yapısı üzerinde değişikliklere neden olabilir. Büyümeyi, besin ortamlarında kullanılan nutrient türünün yanı sıra konsantrasyonlarında etkilemektedir (Brown vd., 1989). Pek çok tür için uygun olan F/2 besin ortamı ile *Nannochloropsis oculata* kültüründe en yüksek biyokimyasal değerler elde edilmektedir (Owens vd., 1987; Sukenik vd., 1993; Schneider ve Roessler, 1994; Lourenco vd., 2002). Bu nedenle çalışmamızda besin ortamı olarak F/2 besin ortamı tercih edilmiştir.

Tuzluluk fitoplankton gelişimini, metabolizmasını ve dağılımını etkileyen en önemli ekolojik faktörlerden birisidir. Tuzluluk artışına bağlı olarak hücrelerin fotosentez ve protein sentezi kapasitelerinin azaldığı ve tuzluluğun daha da

artırılmasıyla büyüme hızının düştüğü, dolayısıyla üretimde belirgin bir kaybın görüldüğü bildirilmiştir (Zhang vd., 2010). Deniz planktonlarının tuzluluk değışimine olan toleransları oldukça iyidir. Pek çok tür, doğal ortamdaki tuzluluğa göre daha düşük tuzlulukta iyi bir büyüme gösterir. Pek çok alg türü ‰12-44, optimum ‰20-24 tuzluluğu tercih eder. Pek çok türün canlılığını dahi sürdüremeyeceği ‰140 tuzlulukta büyüme hızı çok azalsa da, fotosentetik aktivite belirli bir süre devam eder (Ben-Amotz ve Avron, 1983; Borowitzka ve Borowitzka, 1992). Örneğin; *Isochrysis galbana* ‰15 tuzlulukta maksimum üreme gösterirken, *Tetraselmis suecica* ‰25-35 tuzluluğu tercih eder. *Spirulina platensis* ‰1 tuzlulukta iyi gelişme gösterir (Vonshak ve Tomaselli, 2000). *Dunaliella* sp. türü ise tuzu seven organizma olduğu için geniş tuzluluk aralığında yaşayabilir. (Dudu Evren vd., 2001; Çelekli ve Dönmez, 2001). Bartley vd., 2013, tarafından gerçekleştirilen çalışmada, *Nannochloropsis salina* mikroalg türünün büyümesi ve biyomas üretiminin ‰22 ve ‰34 tuzlulukta olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı tuzluluk konsantrasyonlarında (‰20, ‰25, ‰30, ‰33, ‰35 ve ‰38), Alsull ve Maznah Omar (2012), yaptıkları çalışmada, *Tetraselmis* sp. ve *Nannochloropsis* sp. mikroalg türlerini kültürde, ‰33 tuzluluk derişiminde elde edilmiştir. *Nannochloropsis oculata* mikroalg türü ile gerçekleştirdiğimiz çalışmada ise, en yüksek hücre sayısı ‰20 tuzlulukta ayarlanmış kültür ortamında, kuru madde miktarı değışimine baktığımızda en fazla, ‰25 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir. *Tetraselmis chuii* türünün en yüksek hücre sayısı, ‰30 ve ‰40 tuzlulukta ayarlanmış kültür ortamlarında kuru madde miktarı değışimine baktığımızda en fazla ‰40 tuzluluk derişimine sahip kültürlerde elde edilmiştir. Bu çalışmada, tuzluluk artışına paralel olarak hücre sayısında düşüş olmuş ve son çıkan üründe azalma meydana gelmiştir.

Tuzluluk artışına bağlı olarak, hücrelerin fotosentez ve protein sentezi kapasiteleri azalır ve tuzluluğun daha çok artırılmasıyla büyüme hızı ve sonuç ürün üzerinde belirgin bir sınırlayıcı etki ortaya çıkar (Gökpinar, 1983). Ancak, *Dunaliella*

*salina*, tuzlu ortamlara çok iyi adapte olabilen mikroalg türü olarak bilinir (Goyal, 2007). *Dunaliella salina* mikroalg türü ile ‰40, ile ‰150 tuz konsantrasyonları arasında yapılan çalışmada da, en yüksek hücre yoğunluğu, ‰40 tuz konsantrasyonuna sahip kültürlerde, tuz konsantrasyonu yükseldikçe fotosentetik aktivite hızının düştüğü tespit edilmiştir. Pek çok türün canlılığını dahi sürdüremeyeceği ‰140 tuzlulukta büyüme hızı çok azalsa bile, fotosentetik aktivite belirli bir süre devam eder. Bu nedenle, *Dunaliella salina* türünün tuzluluk ayarlamasında yüksek tuzluluk konsantrasyonu (‰ 150) tercih edilmiştir. Fakat, Durmaz ve Gökpınar (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da, Konya Tuz Gölü'nde *Dunaliella salina* olarak tanımlanan hücreler seyreltme yöntemi ile izole edilerek, yüksek tuzluluk, yüksek ışık şiddeti ve azot eksikliği gibi bazı stres koşulları altında kültüre alınmış, *Dunaliella salina*'nın yüksek tuzluluk konsantrasyonlarında gelişimini sürdürebildikleri gözlenmiştir. Çalışmada *Dunaliella salina* için en uygun tuz derişiminin ‰100 NaCl olduğu gözlenmiştir. *Dunaliella sp.* ile farklı NaCl (‰100, ‰150 ve ‰200) konsantrasyonlarında yapılan bir diğer çalışmada, ‰100NaCl konsantrasyonunda en iyi büyüme elde

ettiklerini bildirmişlerdir. (Dudu Evren vd., 2001). Yaptığımız çalışmada, *Dunaliella salina* türünün kültüründe ‰40 tuzluluk konsantrasyonda maksimum üreme gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmalarda ki tuzluluk konsantrasyonları *Dunaliella sp.*'nin bir türü için uygun olur iken, başka bir çalışma için optimum olmayabilir.

Sonuç olarak, canlılığın stres faktörlerine adaptasyon sürecinin uzunluğu ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada hücrelerin ortama adaptasyon süreleri türlere göre değiştiği tespit edilmiştir. *Nannochloropsis oculata* için gecikme fazı ilk denemede 2 gün olur iken ikinci denemede ise 6. güne kadar devam ettiği kayıt edilmiştir. *Tetraselmis chuii* türünde ise adaptasyon süresi 2 gün iken *Dunaliella salina* türünde 6-8 gün olarak kayıt edilmiştir. Fakat tuzluluğa adapte edilmiş hücrelerin fotosentez kapasitesi azalmış, ışık enerjisini kullanamamış ve bundan dolayı da stresli hücrelerin fotoinhibisyona uğramaları artmıştır. Tuz stresine giren hücrelerde, büyüme oranının düştüğü ve bu nedenle büyüme oranında azalma olduğu görülmüştür.

## KAYNAKÇA

- Alsull, M. & Wan Omar, W. M. (2012). Responses of *Tetraselmis sp.* and *Nannochloropsis sp.* Isolated from Penang National Park Coastal Waters, Malaysia, to the Combined Influences of Salinity, Light and Nitrogen Limitation, *International Conference on Chemical, Ecology and Environmental Sciences*, Bangkok.
- Asulabh K.S., Supriya, G. & Ramachandra, T.V. (2012) Effect of Salinity Concentrations on Growth Rate and Lipid Concentration in *Microcystis Sp.*, *Chlorococcum sp.* and *Chaetoceros sp.*, LAKE: National Conference on Conservation and Management of Wetland Ecosystems, School of Environmental Sciences Mahatma Gandhi University, Kottayam, Kerala.
- Bartley, M., Boeing, W. J., Corcoran, A. A., Holguin, F. O. & Schaub, T. (2013). Effects of salinity on growth and lipid accumulation of biofuel microalgae *Nannochloropsis salina* and invading organisms. *Biomass and Bioenergy* 54: 83-88. doi: 10.1016/j.biombioe.2013.03.026
- Ben-Amotz, A. & Avron, M. (1983). On the factors which determine massive  $\beta$ -carotene accumulation in the halotolerant alga *Dunaliella bardawil*. *Plant Physiology* 72: 593-597. doi: 10.1104/pp.72.3.593
- Ben-Amotz, A. & Shaish, A. (1992). Carotene bio-synthesis. In: Avron, M., Ben-Amotz, A. (Eds.), *Dunaliella: Physiology, Biochemistry and Biotechnology*. CRC Press, (206-216pp) Boca Raton, FL.
- Borowitzka, M.A. & Borowitzka, L.J. (1992). Microalgal biotechnology, Cambridge University press, Vol :1, (477pp).Cambridge.
- Brown, M.R., Jeffrey, S.W. & Garland, C.D. (1989). Nutritional aspects of microalgae used in mariculture: a literature review. *CSIRO Marine Laboratory Representative* 205, 44.
- Coutteau, P., (1996). Micro-algae. In: Lavens, P. & Sorgeloos, P. (Eds.). Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper 361. FAO, Rome, 7-48.
- Çelekli, A. & Dönmez, G. (2001). Effect of pH and Salt Concentrations on Growth and  $\beta$ -carotene Accumulation by *Dunaliella sp.* (in Turkish with English abstract) *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1. Algae Technology Sym, 18: 79-86.
- Dudu, Evren, Ü., Kanlıtepe, Ç., Çıracı, C. & Dönmez, G. (2001). The Determination of Glycerol Production in *Dunaliella spp.* Isolated from Lake Tuz (Konya-Turkey). (in Turkish with English abstract) *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1. Algae Technology Sym, 18: 225-232.
- Durmaz, Y. & Gökpınar, Ş. (2006) Effects of salinity concentrations on growth *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco (Chlorophyceae). (in Turkish with English abstract) *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 23 (1-2): 121-124.
- Goyal, A. (2007). Osmoregulation in *Dunaliella*, Part II: Photosynthesis and starch contribute carbon for glycerol synthesis during a salt stress in *Dunaliella tertiolecta*, *Plant Physiology and Biochemistry* 45: 705-710. doi: 10.1016/j.plaphy.2007.05.009
- Gökpınar, Ş., (1983). Observations on the culture of a marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* bohrinin different nutrient and salinity concentration. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6: 77-86.
- Guillard, R. R. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates, In culture of marine invertebrate animals, (29-60 pp), Springer US.
- Lourenco, S., Barbarino, E., Mancini-Filho, J., Schinke, K. & Aidar, E. (2002). Effect of different nitrogen sources on the growth and biochemical profile of 10 marine microalgae in batch culture: An evaluation for aquaculture, *Phycology* 12: 249-255.
- Owens, T.G., Gallagher, J.C. & Alberte, R.S. (1987) Photosynthetic light-harvesting function of viyolaxanthin in *Nannochloropsis spp.* *Eustigmatophyceae*, *Journal of Phycology* 23: 79-85pp.
- Özdamar, K., (2004). Programs and Statistical Data Analysis, (in Turkish) I. Kaan Press, 649s, Eskişehir.
- Sanchez, M.D., Mantell, C., Rodriguez, M., Martinez de la Ossa, E., Lubian, L.M. & Montero, O. (2005). Supercritical fluid extraction of carotenoids and chlorophyll a, *Journal of Food Engineering* 66:245-251pp.
- Schneider, J. & Roessler, P. (1994). Radilabeling studies of lipids and fatty acids in *Nannochloropsis* (Eustigmatophyceae) an oleaginous marine alga, *Journal of Phycology* 30, 594-598pp.
- Sukenik, A., Carmeli, Y. & Berner, T. (1989). Regulation of fatty acid composition by irradiance level in the eustigmatophyte *Nannochloropsis sp.*, 1. *Journal of Phycology*, 25(4): 686-692. doi: 10.1111/j.0022-3646.1989.00686.x
- Sukenik, A., Zmora, O. & Carmeli, Y. (1993) Biochemical quality of marine unicellular algae with special emphasis on lipid composition: II. *Nannochloropsis sp.*, *Aquaculture*, 117: 313-326. doi: 10.1016/0044-8486(93)90328-V

- Utting, S.D. (1985). Influence of nitrogen availability on the biochemical composition of three unicellular marine algae of commercial importance. *Aquaculture Engineering* 4: 175-190. doi: [10.1016/0144-8609\(85\)90012-3](https://doi.org/10.1016/0144-8609(85)90012-3)
- Vonshak, A. (Ed.) (1997). *Spirulina platensis arthrospira: physiology, cell-biology and biotechnology*, CRC Press.
- Vonshak, A. & Tomaselli, L. (2000). *Arthrospira (Spirulina): systematics and ecophysiology*. In: *The ecology of Cyanobacteria*, B.A. Whitton and M. Potts (Eds), (505-22pp), *Kluwer Academic Publishers*, The Netherlands.
- Zhang, T., Gong, H., Wen, X. & Lu, C. (2010). Salt stress induces a decrease in excitation energy transfer from phycobilisomes to photosystem II but an increase to photosystem I in the cyanobacterium *Spirulina platensis*. *Journal of Plant Physiology*, 167: 951-958. doi: [10.1016/j.jplph.2009.12.020](https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.12.020)
- Zou, N. & Richmond, A. (2000). Light-path length and population density in photoacclimation, *Journal of Applied Phycology* 12:349-354. doi: [10.1023/A:1008151004317](https://doi.org/10.1023/A:1008151004317)

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Dondurulmuş mezgit ve sardalyadan üretilen surimi ve surimi jellerinin kalite parametrelerindeki değişimler

### Changes on quality parameters of surimi and surimi gels produced from frozen whiting and sardine

Evren Burcu Şen\* • Şükran Çaklı • Berna Kılınç

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

\* Corresponding author: [evrenburcusen@gmail.com](mailto:evrenburcusen@gmail.com)

Received date: 28.07.2016

Accepted date: 04.01.2017

#### How to cite this paper:

Şen, E.B., Çaklı, Ş. & Kılınç, B. (2017). Changes on quality parameters of surimi and surimi gels produced from frozen whiting and sardine. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 81-91. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.12

**Öz:** Bu çalışmada, ham materyal olarak dondurulmuş mezgit (*Theragra chalcogramma*, Pallas, 1814) ve dondurulmuş sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) balıkları kullanılarak surimi üretimi gerçekleştirilmiştir. Surimiler dondurularak 60 gün boyunca depolanmış ve bu surimilerden direkt ısıtılan ve kamaboko jeller üretilerek 30 günlük periyotlarda kalite parametreleri takip edilmiştir. Balık eti kıymalarının yıkama aşamalarının sonunda sardalya etinde yüksek miktarlarda bulunan miyogloblin içeriğinin %88'inin uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir. Mezgit eti, mezgit surimi, sardalya eti ve sardalya surimi protein oranları sırasıyla % 19,65, % 18,00, % 20,96 ve % 19,27 olarak tespit edilmiştir. Mezgit ve sardalya surimilerinden üretilen jellerinin beyazlık değerleri 60. günde direkt ısıtılan jellerde daha yüksektir ve sırasıyla 63,57 ve 67,62'dir. 60 günlük depolama sonunda mezgit suriminin TBA değeri 2,71 mg malonaldehit/kg iken sardalya suriminin değeri 5,79 mg malonaldehit/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda surimi ve surimi jellerinin TBA ve mikrobiyoloji değerleri açısından kabul edilebilirlik limitlerinin üzerine çıkmadığı tespit edilmiştir. Depolamanın ikinci ayında duyusal analiz sonuçlarına göre mezgit balığından yapılan surimiler kabul edilmesine karşın, sardalya balığından yapılan surimilerde acılaşmanın belirlenmesi nedeniyle kabul edilemez durumda bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Surimi, jel, doku, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal kalite

**Abstract:** In this study, whiting (*Theragra chalcogramma*, Pallas, 1814) and sardine (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792) were used as a raw material for surimi production. Every 30 days direct gels and kamaboko gels produced from frozen surimi packages during the 60 days storage. At the end of the washing cycle of the fish mince 88% of myoglobin content in sardine mince were suspended. Protein amount of whiting, whiting surimi, sardine and sardine surimi were detected 19.65 %, 18.00 %, 20.96 % and 19.27 %, respectively. Whitening values of surimi gels from whiting and sardine surimi were detected higher in direct gels at 60. days of storage as 63.57 and 67.62 respectively. TBA values of whiting surimi was determined 2.71 mg malonaldehyde/kg at the end of 60 days storage while it was determined as 5.79 mg malonaldehyde/kg for sardine. According to the results of TBA and microbiological analyses, the surimi from sardine and whiting was not exceed the acceptable limits. Although surimi made from whiting were determined as 'acceptable' at second month of storage, surimi made from sardine were no longer acceptable because of the oxidation problem according to the results of sensory analyses.

**Keywords:** Surimi, gel, texture, chemical, microbiological and sensory qualities

## GİRİŞ

Surimi, kıyılmış balık etinin yıkanmasıyla kanın, lipitlerin, enzimlerin ve sarkoplazmik proteinlerin uzaklaştırılması sonucu elde edilen miyofibriller protein konsantresidir ve kriyoprotektantlarla (dondurma koruyucuları) stabilize edildikten sonra dondurularak uzun süre depolanabilmektedir (Lanier ve Lee, 1992). Surimi; yengeç bacağı, karides, ıstakoz gibi su ürünlerinin taklit etlerinin yapılmasında kullanılan bir ham materyaldir. Bu nedenle av fazlası olan veya doğrudan tüketilmeyen balıkların değerlendirilmesi için oldukça önemli bir yöntemdir (Çaklı, 2008).

Mezgit gibi yağsız birçok tür aşırı avlandığında surimi üretimi için kullanılmaktadır. Uskumru, sardalya gibi yağlı balık

türleri düşük fiyatlı olması ve iyi besinsel değere sahip olmasına karşın, iyi değerlendirilmemektedir. Ayrıca yağlı balıkları işlemek mevsimsel değişimlere bağlı olarak yağ içerikleri değiştiğinden oldukça zordur. Yağlı balıklar uzun zincirli doymamış yağ asitleri açısından zengin olup kusursuz bir besin değerine sahiptir. Buna karşın yağlı balıklar oksidasyona karşı duyarlıdır çünkü miyogloblin ve okside edici enzimler koyu renkli kaslarda bulunur ve pro-oksidantlarda etkilidir. Lipit oksidasyonu balık ve balık ürünlerinin duyusal özelliklerini azaltmaktadır. Lipit oksidasyonu serbest radikaller, hidroperoksitler ve uçucu bileşikler gibi sabit olmayan bileşikler üretmektedir. Bu da kötü tatların oluşumuna sebep olmaktadır.

Okside olmuş yağlar aynı zamanda proteinlerle de etkileşime girerek kas yapısı özelliklerinin değişimine sebep olurlar. Yağlı balıklardan surimi üretimi esnasında kaliteyi korumak oldukça zordur. İlk olarak kıyma haline getirildiklerinde ve su ile karıştırıldığında hücre membranlarına hasar verilir ve membran lipitleri pro-oksidentlerle karşılaşır. Oksijen ve sıcaklık lipid oksidasyonunun yükselmesine sebep olmaktadır. Yıkama esnasında suda çözünür ve hidrofilik pro-oksidentler ve antioksidantlar uzaklaştırılır. Böylece materyal doğal koruyuculuğunu kaybeder ve oksidasyona karşı oldukça hassas hale gelir (Eymard, vd., 2005).

Genellikle surimi üretimi için mezzit (*Theragra chalcogramma*) gibi beyaz etli balıklar tercih edilmektedir. Üretilen suriminin yaklaşık %50-70'i mezzit ile yapılmaktadır, 1991 yılından beri diğer türlerden başarıyla surimi üretimi ve pazarlaması yapılmaya başladığından beri bu oran düşmeye başlamıştır (Park, 2000). Dünyada surimi üretimi için sınırlı sayıda beyaz kaslı balık kaynağı bulunmaktadır bu nedenle tüm dünyada kahverengi kaslara sahip pelajik balıklardan kaliteli surimi üretimi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Çünkü, kahverengi kaslı balık türleri günümüzde dünyada avcılığı yapılan balık türlerinin % 40-50'sini oluşturmaktadır (Chaijan vd., 2004). Ayrıca bu türler düşük ekonomik değerleri ve bol bulunmaları nedeniyle uygun bir ham materyaldirler.

Surimi gıdaları, yüksek kalitede protein kaynağıdır ve doğal olarak yağ, kolesterol ve kalori yönünden fakirdir. Dondurulmuş surimiden jelleşme ile elde edilen ürünler için en çok kullanılan yöntemler, Japonya'da geniş kullanımı olan kamaboko, nerisehin, chikuwa, hanpen, kanibo, kanikame, naruto, satsuma-age, shio-surimi şeklindedir. "Kamaboko" genellikle balık jeli ürünlerini temsil eden Japonca bir kelimedir. Kamaboko türleri; boru biçiminde ızgarada pişirilmiş "chikuwa", kızgın yağda kızartılmış "satsumage" ve diğerleridir. Yengeç tadındaki ürünler kani (crab) kamaboko diye adlandırılır.

Bu çalışmanın amacı bol miktarda av veren sardalya türünün farklı bir işleme teknolojisi ile değerlendirilerek ekonomik anlamda kazanç sağlanmasının yanı sıra sardalya surimisinden elde edilen jellerin kalitelerinin de değerlendirilmesi ile surimi teknolojisinin gelişimine de katkıda bulunmaktır.

## MATERYAL VE METOT

### Surimi ve jel üretimi

Mezzit (*Theragra chalcogramma*) türünden surimi üretimi için 4 ay boyunca dondurularak depolanmış ithal mezzit filetosu, sardalyadan surimi üretiminde ham materyal olarak ise yaklaşık 4 ay dondurularak depolanmış sardalya (*Sardina pilchardus*) filetoları kullanılmıştır. Her iki tür balık filetosu da Pınar Balık'tan (Yaşar Holding, Kemalpaşa, İzmir) temin edilmiştir.

Dondurulmuş mezzit ve sardalyadan surimi üretimi için öncelikle donmuş fileto balıklar yarı çözdürülmüş ve koyu etli kısımları çıkartıldıktan sonra kıyma makinesinde (Kitchen aid,

model KPM5, USA) kıyılmışlardır. Arka arkaya üç kez 5°C'de, et:su oranı 1:5 olacak şekilde 20'er dakika boyunca yıkanmışlardır. Her iki türden surimi üretiminin 3. yıkama suyu diğer yıkama sularından farklı olarak % 0,3 NaCl içermektedir. Sardalyadan surimi üretimi sırasında birinci yıkama suyuna % 0,25 oranında NaHCO<sub>3</sub> eklenmiştir. 3. ve son kez sıkılan yıkanmış kıymaya % 4 sorbitol ve % 4 sukroz eklenmiş, 500 g'lık parçalara bölünerek paketlenmiş ve -18°C'de dondurulmuştur. Surimilerin kalitelerinin tespiti, surimi jellerinin üretimi ve bunların kalitelerinin belirlenmesi için 30 günlük periyotlarda her iki türden üretilen dondurulmuş surimi paketlerinden yeteri kadarı çözdürülerek kullanılmıştır. Mezzit surimisinden direkt ısıtılarak yapılan jeller MD (mezzit direkt), kamaboko jeller MK; sardalya surimiden direkt ısıtılarak yapılan jeller SD, kamaboko jeller ise SK olarak kodlanmıştır.

Her iki türden yapılmış surimilerden jel üretimi için dondurulmuş surimi paketleri, oda sıcaklığında yaklaşık 2 saat boyunca yarı çözünmüş hale gelene kadar bekletilmişler ve 4 cm ebatlarında küp küp kesilerek vakumlu homojenizatör ile (Stephan UMC5 model, Söhne GmbH & Co., Germany) karıştırılmışlardır. Surimi hamurlarının nem oranları % 78'e ayarlanmıştır. Elde edilen surimi hamurları selüloz sosis kılıflarına doldurulduktan sonra (2 cm çapında) kamaboko ve direkt ısıtılan jel olmak üzere iki tip jel üretilmiştir. Kamaboko jeli eldesi için sosis kılıflarına doldurulmuş ve porsiyonlanmış surimi hamurları 40°C'de 30 dakika bekletildikten sonra 90 °C'de 20 dakika boyunca buharda tutulmuştur. Direkt ısıtılmış jel eldesi için ise 90°C'de 20 dakika buharda bekletilmişlerdir. Daha sonra jeller hemen buzla soğutulmuş analizleri yapılabilecek kadar yaklaşık 24 saat boyunca buzdolabında bekletilmişlerdir.

### Analiz yöntemleri

Ham materyallerin ve surimilerin kimyasal kompozisyonlarını belirlemek amacıyla ham yağ (Blig ve Dyer, 1959), nem (Ludorff ve Meyer 1973), ham kül (AOAC, 1984), ham protein (AOAC, 1984) analizleri yapılmıştır.

Miyogloblin içeriğinin tespitini belirlemek amacıyla Benjakul ve Bauer (2001) yöntemi kullanılmıştır. 2 g kıyılmış örnek santrifüj tüpüne konulmuş, 20 ml soğuk 40 mM'lık fosfat tamponu (pH 6.8) eklendikten sonra 13500 rpm 10 saniye boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra 3000 g'de 30 dakika 4°C'de santrifüj edilmiştir. Supernatant (sıvı kısım), Whatman no:1 filtre kağıdından süzülendikten sonra hacmi, 40 mM fosfat tamponu (pH 6.8) ile 25 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra 525 nm'de direkt olarak spektrofotometrede ölçümü yapılmıştır. Miyogloblin içeriği 7.6 milimolar yok etme kat sayısı ve 16.110 moleküler ağırlığına göre hesaplanmıştır (Gomez-Basauri ve Regenstein, 1992). Miyogloblin içeriği sonuçları mg/g örnek olarak belirtilmiştir.

Protein çözünürlüğü biüret metoduna göre (Torten ve Whitaker, 1964) yapılmıştır. Biüret çözeltisi için 9 g K-Na tararat.H<sub>2</sub>O, 400 ml'lik 0.2 M NaOH çözeltisi içinde hazırlanmıştır. 3 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O destile suda çözölmüş daha sonra 0.2 M NaOH ile karıştırılıp 1 L'ye tamamlanarak mavi bir çözelti elde edilmiştir. Protein çözünürlüğü için 5 g balık kası 20

ml soğuk su ile Ultra-Turrax yardımıyla homojenize edilmiştir. Homojenat Eppendorf 5412 tüpleriyle 10°C'de 12000 rpm'de 30 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Daha sonra örneklerden 0.5 ml tüplere alınarak, üzerlerine 2 ml biüret çözeltisi eklenmiş ve oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Tüpler, 550 nm'deki spektrofotometrede ölçülerek standart eğriye göre protein çözünürlüğü (mg/ml) hesaplanmıştır.

Tiyobarbitrik asit (TBA) analizi [Tarladgis vd., \(1960\)](#) yöntemiyle yapılmıştır. Bunun için 10 g örnek 97.5 ml saf su ve 2.5 ml 4 N HCl ile homojenize edildikten sonra distile edilmiştir. Tüplere 5 ml destilat ve 5 ml TBA reaktifi eklenerek 95°C'deki su banyosunda 35 dakika bekletildikten sonra 538 nanometrede okunarak hesaplanmıştır.

Jellerin dokusal özellikleri TA-XT plus teksür analizatörü ile belirlenmiştir. Test parametreleri olarak kırılma gücü (jel dayanıklılığı) ve deformasyon (elastikiyet/ deforme olabilirlik) delme (puncture) testi ile 5mm çapındaki küresel başlıkla belirlenmiştir. Teksür profil analizi (TPA) 50 mm çaplı başlık ile % 60 baskı uygulanarak yapılmıştır. Ayrıca manuel olarak yapılan katlama testi ([Lanier ve Lee,1992](#)) 3mm kalınlığında kesilmiş surimi jellerinin 4'e katlanmasıyla yapılmıştır.

Duyusal analizler altı adet eğitilmiş panelist tarafından yapılmıştır. Duyusal analizler [Cochran ve Cox \(1957\)](#) metodunun modifikasyonu ile yapılmıştır. Ön denemeler sırasında surimilerin sıklık, elastikiyet, sululuk ve renk gibi özelliklerini değerlendirmek için yapılan analizlerde lezzet parametresinin de eklenmesi uygun bulunmuş ve yöntemde küçük bir değişiklik yapılarak lezzet bölümü de eklenmiştir. Her parametre için 15 cm'lik bir çizgi çizilerek başlangıcına 0 (sıkı değil, elastik değil, kuru, gri, lezzetsiz) bitimine 15 (sıkı, elastik, sulu, beyaz, lezzetli) yazılmıştır. Her bir paneliste, her iki tür surimiden üretilmiş her jel grubundan 2,5 cm uzunluğunda kesilmiş ve ardışık olmayan üç basamaklı bir sayı ile kodlanmış jeller sunulmuştur. Eğitilmiş altı panelistten her parametreye 0 ile 15 arasında puan vermesi istenerek değerlendirmeleri istenmiştir.

Her iki türden elde edilen kıymaların, yıkama aşamalarından geçen kıymaların, ham surimilerin ve her iki tip (kamaboko ve direkt ısıtılan) jelin renk değerlerinin belirlenmesi için renk ölçümleri DR LANGE Spectro-pen ile Shubring (2002) yöntemine uygun olarak yapılmıştır. CIE sisteminde yapılmış olan ölçümlerle L\* (parlaklık), a\* (+kırmızılık veya - yeşillik), b\* (+ sarılık veya - mavilik) değerleri belirlenmiştir. Surimi jellerinin beyazlık değerleri ise formülde  $[Beyazlık = 100 - ((100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$  değerler yerlerine konarak hesaplanmıştır ([Park, 1994](#)).

Bütün mikrobiyal sayımlarda 10 g örnek alınmış, 90 ml 0,01'lik peptonlu (Difco, 0118-17-0) suya aktarılmıştır. Elde edilen 10-1 lik dilüsyondan diğer desimal dilüsyonlar hazırlanmıştır. Toplam Mezofilik bakteri sayısı (TMBS) ([Harrigan ve McCance, 1976](#)) için Plate Count Agar (Difco, 0479-17) kullanılmış ve petriler 30°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Psikrotrofik Bakteri Sayımı (PBS) içinde Plate Count Agar (Difco, 0479-17) kullanılmış, hazırlanan petriler 7°C'de 10

gün inkübe edilmiştir. ([Ariyapitun vd., 1999](#)). Toplam Anaerobik Bakteri Sayımı (TABS) için Plate Count Agar (Difco, 0479-17) kullanılmış, petriler Anaerobik jar'da 25°C'de 5 gün inkübe edilmiştir ([Debevere ve Boskou, 1996](#)). Maya-küf sayımı (M-KBS) için Oxytetracycline yeast extract Agar (LABM 89) kullanılmış, petriler 30°C'de 3-5 gün inkübe edilmiştir ([Harrigan ve McCance, 1976](#)). Bu analizler için hazırlanan dilüsyonlardan dökme plak yöntemine göre 3 paralelli ekim yapılmıştır. Koliform bakteri sayımı (KBS) için çoklu tüp yöntemi (Most Probable Number) kullanılmıştır. Koliform bakteri sayımı için Lauryl Tryptose Broth (Difco, 0241-17-0) besiyeri kullanılmıştır. Doğrulama testi Brilliant Green Bile 2% (Difco, 0007-17-4) besiyerinde yapılmıştır. Tüpler 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir. Fekal koliform bakteri sayımı (FKBS) için çoklu tüp yöntemi kullanılmıştır. Fekal koliform bakteri sayımı için Lauryl Tryptose Broth besiyerinde pozitif olan tüplerden EC broth besiyerine ekim yapılmıştır. Tüpler 44,5°C'de 24 saat inkübe edilmiştir ([Harrigan ve McCance, 1976](#)). Koagülaz-pozitif Staphylococcus aureus sayımı için Baird Parker Agar (Difco, 0768-17-3) besiyeri olarak kullanılmıştır. Ekimler yayma plak yöntemi kullanılarak Baird Parker Agar (Difco, 0768-7-3) besiyeri üzerine 0,1 ml inoküle edilmiştir. Ekim yapılan petriler 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir ([Harrigan ve McCance, 1976](#)).

İstatistiksel analiz, SPSS 11.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin karşılaştırılmasında t-testi ve One-Way Anova uygulanmıştır. Sonuçlar, ortalama  $\pm$  standart sapma (SD) olarak verilmiştir. Gruplar arası ve depolamaya bağlı parametrelerde değerlendirmeler ve parametreler arası ilişki  $p < 0,05$  olması halinde anlamlı kabul edilmiştir.

## BULGULAR

### Surimi üretimi sırasında balık etinde meydana gelen değişimler

Kimyasal kompozisyon analizleri sonuçları mezgit, sardalya ve bunlardan üretilmiş surimilerde [Tablo 1'](#) de olduğu gibi tespit edilmiştir. İki ham materyalin ve bunlardan üretilen surimilerinin nemleri istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir. Her iki türde de yıkamayla birlikte yağ içeriğinin neredeyse yarısından fazlasının uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ). Her iki türde kül ve protein değerleri yıkama prosedürü ile düşüş göstermiştir. Miyogloblin ve hemogloblin ete kırmızı rengini veren bileşenlerdir ve balıklarda daha çok kahverengi kaslarda bulunmaktadır ([Manat vd., 2004](#)). Sardalya yüksek kahverengi kas oranına sahipken mezgitin bu oranı oldukça düşüktür. Sardalya ve mezgitinin surimi üretimi sırasında belirlenen miyogloblin içerikleri [Tablo 2'](#) de verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan beyaz ete sahip olan mezgit miyogloblin içeriğine de bakılmakla beraber birinci yıkamadan sonraki miyogloblin içerikleri tespit edilemeyecek kadar az olduğundan [Tablo 2'](#) de yer almamaktadır. Sardalya örneklerinde birinci yıkamada miyogloblin içeriğinin % 61'i uzaklaştırılmıştır. İkinci yıkamanın sonunda yıkanmamış kıymaya oranla miyogloblinin toplam %85'i uzaklaştırılırken üçüncü yıkama sonunda uzaklaştırılmış olan oran % 88 olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** Ham madde ve surimilerin kimyasal kompozisyonlarındaki değişimleri  
**Table 1.** Changes in chemical composition of raw materials and surimi

|                 | NEM (%)                   | PROTEİN (%)               | YAĞ (%)                  | KÜL (%)                  |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Mezgit          | 75,38 ± 0,02 <sup>a</sup> | 19,65 ± 0,19 <sup>a</sup> | 1,05 ± 0,01 <sup>a</sup> | 1,55 ± 0,06 <sup>a</sup> |
| Mezgit Surimi   | 74,00 ± 0,04 <sup>a</sup> | 18,00 ± 0,59 <sup>b</sup> | 0,52 ± 0,10 <sup>b</sup> | 0,58 ± 0,03 <sup>b</sup> |
| Sardalya        | 75,25 ± 0,03 <sup>a</sup> | 20,96 ± 0,31 <sup>a</sup> | 1,90 ± 0,14 <sup>a</sup> | 1,66 ± 0,06 <sup>a</sup> |
| Sardalya Surimi | 76,08 ± 0,01 <sup>a</sup> | 19,27 ± 0,50 <sup>a</sup> | 0,86 ± 0,11 <sup>b</sup> | 0,62 ± 0,05 <sup>b</sup> |

Aynı satırda aynı harfler arasında fark yoktur (p>0.05)

**Tablo 2.** Yıkamamış ve yıkamış kıymaların miyogloblin ve beyazlık değerleri  
**Table 2.** Myoglobin content of unwashed and washed mince

|                     |          | Yıkamamış kıyma           | 1. yıkamadan sonra        | 2. yıkamadan sonra        | 3. yıkamadan sonra        |
|---------------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Miyogloblin içeriği | Mezgit   | 0,915 <sup>1</sup> ±0,01  | -                         | -                         | -                         |
|                     | Sardalya | 2,10 <sup>a2</sup> ±0,02  | 0,8 <sup>b</sup> ±0,01    | 0,3 <sup>c</sup> ±0,003   | 0,25 <sup>c</sup> ±0,002  |
| Beyazlık değerleri  | Mezgit   | 38,14 ± 0,57 <sup>a</sup> | 50,29 ± 0,40 <sup>b</sup> | 51,50 ± 0,60 <sup>c</sup> | 52,40 ± 0,57 <sup>c</sup> |
|                     | Sardalya | 37,91 ± 0,95 <sup>a</sup> | 38,86 ± 0,87 <sup>a</sup> | 40,21 ± 0,31 <sup>b</sup> | 43,75 ± 1,30 <sup>c</sup> |

Aynı satırda aynı harfler arasında fark yoktur (p>0.05)

Beyazlık değerleri mezgit ve sardalyada ham kıymalarda, birinci yıkamadan sonra, ikinci yıkamadan sonra ve üçüncü yıkamadan sonra ölçülen renk değerlerinden formülle hesaplanmıştır (Tablo 2). Beyazlık değerleri her iki türde de yıkamaya bağlı olarak artış göstermiştir (P<0,05). Mezgit kıymalarının rengi her aşamada sardalyadan daha beyaz bulunmuştur (P<0,05).

Sardalya balıklarının yıkama sonrası mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Sardalya ham materyalin toplam mezofilik bakteri sayısı 1,5x10<sup>5</sup> Kob/g olarak saptanırken, 1., 2. ve 3. yıkama sonrası toplam mezofilik bakteri sayıları giderek

azalma göstermiştir ve sırasıyla 1,6x10<sup>3</sup>, 8,9x10<sup>2</sup>, 1,1x10<sup>2</sup> Kob/g olarak saptanmıştır.

Psikrotrofik bakteri sayısı 2,5x10<sup>5</sup> Kob/g'dan 1., 2., 3. yıkamalardan sonra giderek azalarak sırasıyla 1,9x10<sup>3</sup>, 9,1x10<sup>2</sup>, 1,5x10<sup>2</sup> Kob/g'a düşmüştür. Yıkama işlemi ile beraber ilave edilen katkı maddeleri toplam bakteriyel yükün azalmasını sağlamıştır. Mezgit balıklarında ham materyalde saptanan toplam mezofilik bakteri sayısı 3,4x10<sup>5</sup> Kob/g 'dan birinci yıkama sonrası 2,6x10<sup>4</sup> Kob/g 'a, 2. yıkama sonrası 9,2x10<sup>3</sup> Kob/g'a ve 3. yıkama sonrasında 1,1x10<sup>3</sup> Kob/g'a düşmüştür (Tablo 3).

**Tablo 3.** Yıkamamış ve yıkamış kıymaların mikrobiyolojik değerlendirmeleri  
**Table 3.** Evaluation of unwashed and washed mince

| Analizler              | Mezgit Kıyma        |                     |                     |                     | Sardalya Kıyma      |                     |                     |                     |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                        | Ham                 | 1. Yıkama           | 2. Yıkama           | 3. Yıkama           | Ham                 | 1. Yıkama           | 2. Yıkama           | 3. Yıkama           |
| TMBS (Kob/g)           | 3,4x10 <sup>5</sup> | 2,6x10 <sup>4</sup> | 9,2x10 <sup>3</sup> | 1,1x10 <sup>3</sup> | 1,5x10 <sup>5</sup> | 1,6x10 <sup>3</sup> | 8,9x10 <sup>2</sup> | 1,1x10 <sup>2</sup> |
| PBS (Kob/g)            | 4,5x10 <sup>5</sup> | 3,9x10 <sup>4</sup> | 9,8x10 <sup>3</sup> | 2,5x10 <sup>3</sup> | 2,5x10 <sup>5</sup> | 1,9x10 <sup>3</sup> | 9,1x10 <sup>2</sup> | 1,5x10 <sup>2</sup> |
| TABS (Kob/g)           | 1,1x10 <sup>4</sup> | 8,5x10 <sup>3</sup> | 1,5x10 <sup>3</sup> | 8,9x10 <sup>2</sup> | 1,2x10 <sup>3</sup> | 7,2x10 <sup>2</sup> | 3,2x10 <sup>2</sup> | 7,6x10 <sup>1</sup> |
| KBS (EMS/g)            | 120                 | 75                  | 45                  | 15                  | 150                 | 75                  | 45                  | 15                  |
| FKBS (EMS/g)           | <3                  | <3                  | <3                  | <3                  | <3                  | <3                  | <3                  | <3                  |
| Staph., aureus (Kob/g) | <100                | <100                | <100                | <100                | <100                | <100                | <100                | <100                |
| M-KBS (Kob/g)          | 6,2x10 <sup>1</sup> | 3,4x10 <sup>1</sup> | 2,6x10 <sup>1</sup> | 1,5x10 <sup>1</sup> | 4,2x10 <sup>1</sup> | 2,4x10 <sup>1</sup> | 1,2x10 <sup>1</sup> | 1,0x10 <sup>1</sup> |

#### Dondurulmuş surimilerde ve surimi jellerinde meydana gelen değişimler

Depolama boyunca mezgitten ve sardalyadan yapılan surimilerin protein çözünürlükleri sırasıyla 30. günde 1,82 ± 0,01 ve 2,06 ± 0,02; 60. günde ise 1,66 ± 0,01 ve 1,91 ± 0,01 olarak tespit edilmiştir. Türler arasında depolamaya bağlı olarak

protein çözünürlüğünde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak önemsiz olarak bulgulanmıştır.

Tiyobarbütirik asit (TBA) analizi sonuçları her iki türden üretilmiş ham surimiler ve bundan yapılan jeller için Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** TBA (mg.malonaldehit/kg) analizi sonuçları  
**Table 4.** Results of TBA (mg.malonaldehide/kg) analysis

| Gruplar         | Gün                       |                           |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|
|                 | 30                        | 60                        |
| Mezgit Surimi   | 2,22 ± 0,34 <sup>a1</sup> | 2,71 ± 0,32 <sup>a1</sup> |
| Sardalya Surimi | 5,05 ± 0,04 <sup>a2</sup> | 5,79 ± 0,04 <sup>b2</sup> |
| MD              | 1,52 ± 0,01 <sup>a1</sup> | 2,33 ± 0,03 <sup>b1</sup> |
| SD              | 5,50 ± 0,02 <sup>a2</sup> | 5,89 ± 0,07 <sup>b2</sup> |
| MK              | 1,45 ± 0,02 <sup>a1</sup> | 1,90 ± 0,03 <sup>b1</sup> |
| SK              | 4,86 ± 0,16 <sup>a2</sup> | 5,66 ± 0,02 <sup>b2</sup> |

Aynı satırda aynı harfler arasında, aynı sütunda ayrılmış bölümlerde aynı rakamlar arasında fark yoktur ( $p>0,05$ )

TBA değerleri mezgitten yapılan surimilerde depolama boyunca artış gözlenmezken sardalyadan yapılan surimilerde depolama periyodunda artış gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). MD, MK, SD ve SK jellerinde depolamaya bağlı olarak TBA değerlerinde artış tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). Direkt ısıtılan ve kamaboko jelleri arasında bir karşılaştırma yapıldığında sardalyadan yapılan jellerin değerleri önemli miktarda mezgitten yapılan jellerden iki depolama periyodunda da yüksek çıkmıştır. Aynı türden yapılan direkt ısıtılan ve kamaboko jellerinde ise her iki türde de direkt ısıtılan jellerin daha yüksek TBA değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Elle yapılan katlama testi sonuçları **Tablo 5**'te verilmiştir. Gruplar arasında depolamaya bağlı olarak, direkt ısıtılan jeller ile kamaboko jelleri arasında da istatistiksel açıdan bir farklılık bulunamamıştır. Tüm gruplar her iki depolama periyodu sonunda da çok iyi (5 puan) kaliteyi ve işaret eden puanlar almışlardır. İkinci periyotta direkt ısıtılan jellerin puanları düşüş göstermiştir iyi (4 puan) kaliteyi gösteren puanlar almışlardır.

**Tablo 5.** Mezgit ve sardalya surimilerinden elde edilen jellerin katlama testi sonuçları

**Table 5.** Folding test results of surimi gels made from Alaska Pollack and sardine

| Gruplar | Gün                    |                        |
|---------|------------------------|------------------------|
|         | 30                     | 60                     |
| MD      | 5 ± 0,00 <sup>a1</sup> | 4 ± 0,00 <sup>a1</sup> |
| SD      | 5 ± 0,00 <sup>a1</sup> | 4 ± 0,00 <sup>a1</sup> |
| MK      | 5 ± 0,00 <sup>a1</sup> | 5 ± 0,00 <sup>a1</sup> |
| SK      | 5 ± 0,00 <sup>a1</sup> | 5 ± 0,00 <sup>a1</sup> |

Aynı satırda aynı harfler arasında, aynı sütunda aynı rakamlar arasında fark yoktur ( $p>0,05$ )

Doku profil analizinde sertlik, iç yapışkanlık, elastiklik, sakızimsılık, çignenebilirlik, esneklik, dış yapışkanlık parametreleri test edilmiştir (**Şekil 1**). Sertlik özelliğine bakıldığında en yüksek sertlik değeri 30. günde MK örneklerinde tespit edilmiştir. Sertlik değerlerinde her iki türden yapılan örneklerde depolamaya bağlı olarak farklılık gözlenmemiştir. İç yapışkanlığın SK jeline depolamaya bağlı olarak düştüğü görülmüştür ( $P<0,05$ ). Her iki periyotta en yüksek esneklik değerleri SK jellerinde tespit edilmiştir ve iki değer arasında fark yoktur. MD ve MK jellerinde elastiklik ikinci periyotta artarken SD jelinin değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Sakızimsılık değerlerine bakıldığında iki

türden yapılan jellerin ısıtılma işlem uygulama gruplarına göre periyoda bağlı olarak değişiklik göstermediği tespit edilmiştir. En düşük sakızimsılık değerleri ise MD jellerinde tespit edilmiştir.

Çignenebilirlik ikinci periyottaki MK jellerinde en yüksek değere ulaşmıştır. Grupların depolama periyoduna bağlı olarak değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulgulanmamıştır. Esneklik değerlerinde MD, MK, SD ve SK jellerinde depolamaya bağlı olarak bir önemli bir değişim gözlenmemiştir. Her iki türden yapılan jellerin dış yapışkanlık değerleri periyotlara bağlı olarak istatistiksel olarak önemli değişim göstermemiştir.

Delme testinde kırılma gücü (jel dayanıklılığı) ve deformasyon (elastikite/ deforme olabilirlik) özellikleri saptanmıştır. MD, MK, SD ve SK jellerinin verileri **Şekil 2** ve **Şekil 3**'te verilmiştir. Jel dayanıklılığı 30. günde en yüksek örnek SK olarak bulunmuştur fakat 60. günde MK yükselirken ( $P<0,05$ ) SK değeri düşmüştür ( $P<0,05$ ). Çünkü yağların oksidasyona uğraması ve depolamaya protein çözünürlüğünün düşmesi SK jellerinin dayanıklılık değerlerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. MD jelinin deformasyonu ikinci periyotta birinciye oranla yükselmiştir ( $P<0,05$ ). Bununla birlikte her grup kendi arasında kamaboko ya da direkt ısıtılmış jel olmasına bağlı olarak karşılaştırılırsa jel dayanıklılıkları kamaboko jellerinin direkt ısıtılan jellerden daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir. Deformasyon değerlerine bakıldığında ise buna paralel olarak direkt ısıtılan jellerin daha çabuk deforme oldukları tespit edilmiştir.

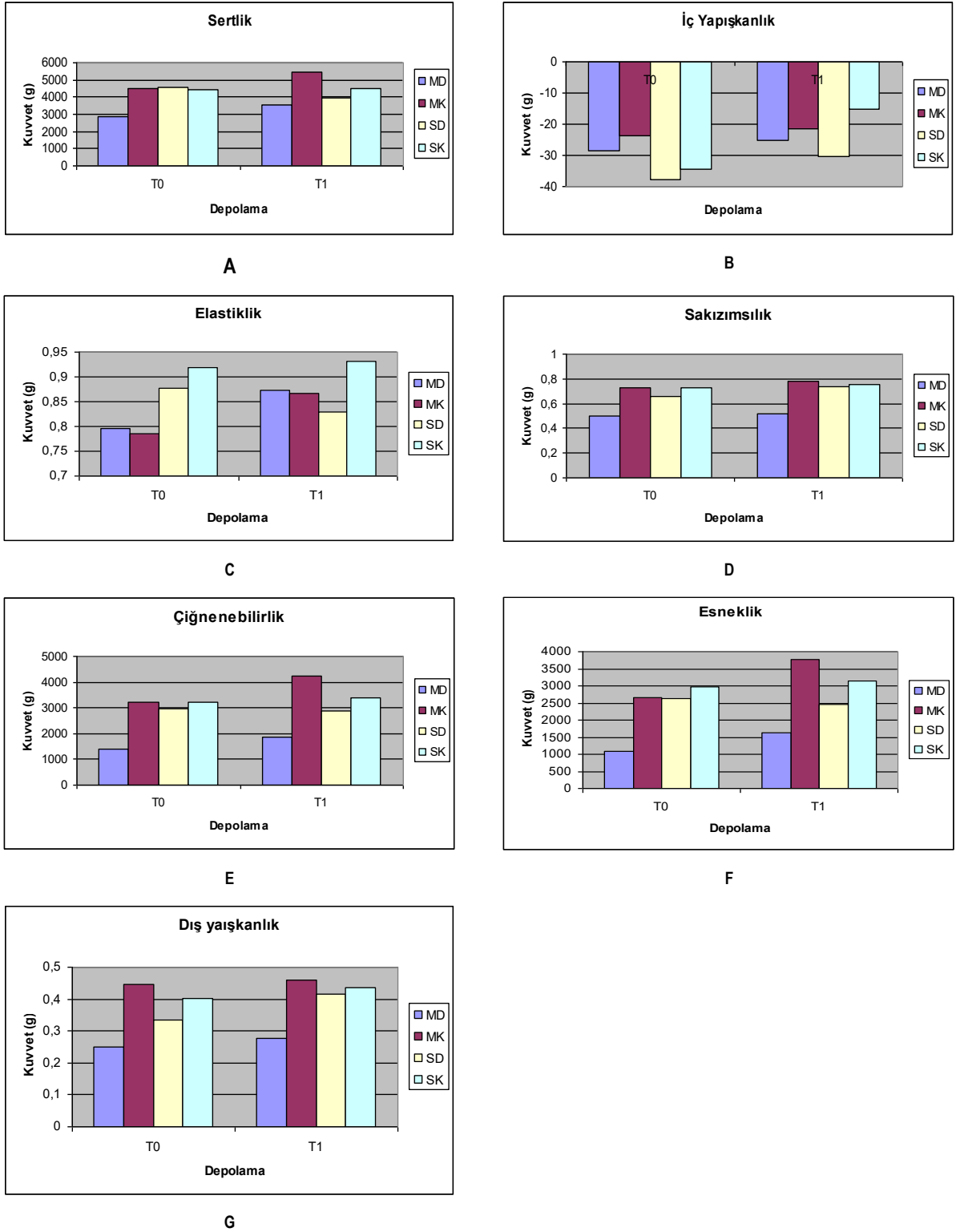
Depolama periyotları boyunca her iki türden elde edilen surimilerden ve her iki ısıtılma uygulama ile yapılan jellerin renk ölçümleri yapıldıktan sonra beyazlıkları hesaplanmıştır (**Tablo 6**).

**Tablo 6.** Mezgit ve sardalya surimilerinden elde edilen jellerin beyazlık değerleri

**Table 6.** Whiteness results of surimi gels made from Alaska Pollack and sardine

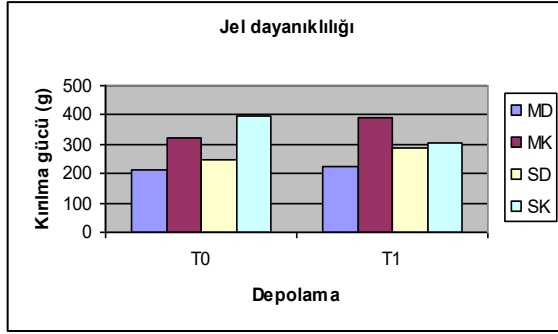
| Grup | Gün                        |                            |
|------|----------------------------|----------------------------|
|      | 30                         | 60                         |
| MD   | 69,02 ± 0,31 <sup>a1</sup> | 67,62 ± 0,23 <sup>b1</sup> |
| MK   | 68,80 ± 0,58 <sup>a1</sup> | 66,81 ± 0,25 <sup>b1</sup> |
| SD   | 66,95 ± 0,28 <sup>b1</sup> | 63,57 ± 0,07 <sup>b1</sup> |
| SK   | 65,83 ± 0,36 <sup>b1</sup> | 61,25 ± 0,44 <sup>b2</sup> |

Aynı satırda aynı harfler arasında, aynı sütunda aynı rakamlar arasında fark yoktur ( $p>0,05$ )

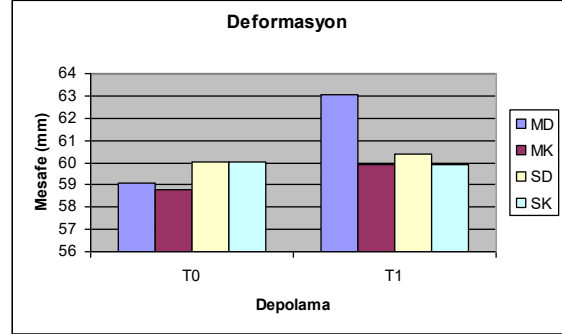


**Şekil 1.** Surimi jellerinin doku profili analizi sonuçları (A:Sertlik, B:İç yapışkanlık, C:Elastiklik, D:Sakızımsılık, E:Çiğnenebilirlik, F:Esneklik, G:Dış yapışkanlık)

**Figure 1.** Texture profile analysis results of surimi gels. (A: Hardness, B: Adhesiveness, C: Springiness, D: Cohesiveness, E: Chewiness, F: Resilience, G: Gumminess)



**Şekil 2.** Jel dayanıklılığı değerleri  
**Figure2.** Breaking force values of gels



**Şekil 3.** Jel deformasyon değerleri  
**Şekil 3.** Deformation values of gels

Farklı ısı işlem uygulanarak yapılan jellerin beyazlıklarına bakıldığında MD, MK, SD ve SK jellerinde depolamaya bağlı olarak beyazlığın düştüğü tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). Mezgit ve sardalyadan yapılan jeller ısı işlem uygulamalarına bakılarak karşılaştırıldığında her iki tür için direkt ısıtılan jellerin beyazlık değerleri ile kamaboko jellerinin beyazlıkları arasında 30. günde fark tespit edilmezken, 60. günde sadece sardalyadan yapılan jellerde kamaboko jelinin beyazlık değeri direkt ısıtılan jele göre daha düşük bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bir karşılaştırma da MD ile SD ve MK ile SK jellerinin beyazlık değerleri arasında yapılmıştır. Buna göre, MD jelinin beyazlık değerleri SD jeline göre ve MK jelinin beyazlık değerleri SK jelinin değerlerine göre her iki periyot için de yüksek olarak tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ).

Her parametre için 0–15 arası puan verilmesi istenilen eğitimli altı panelist tarafından yapılan duyu analizlerin

sonuçları **Tablo 7**'de verilmiştir. 30. günde yapılan analizlerde MD ile SD ve MK ile SK jelleri arasında sıkılık, elastiklik, sululuk açısından önemli bir fark tespit edilememiştir. Sardalyadan yapılan surimi jellerinin aynı ısı işleme tabi tutulmuş mezgit jellerinden daha düşük beyazlık değerlerine ve lezzete sahip oldukları bulgulanmıştır ( $P<0,05$ ). Aynı sonuçlar 60. günde yapılan duyu analizi sonuçlarında da ortaya çıkmıştır. Lezzet parametresindeki farklılık balığın türünden kaynaklanmamaktadır, düşük değer verilmesinin nedeni 30. günde az da olsa hissedilen, yağların oksidasyonundan ileri gelen acılaşmanın 60. günde yapılan analizlerde çok daha kuvvetli olarak hissedilmesidir. 15 puan üzerinden yapılan değerlendirilmede ilk periyotta SD 5,83, SK 5,50 puan alırken ikinci periyotta sırasıyla 3,67 ve 3,80 puan alarak panelistler tarafından ret edilmişlerdir. Bu sonuç henüz tüketim limitlerini aşmamış yine de depolamaya bağlı olarak artan ve orta kalite olarak niteleyebileceğimiz TBA değerleri ile örtüşmektedir.

**Tablo 7.** Mezgit ve sardalya surimilerinden elde edilen jellerin duyu değerlendirme sonuçları  
**Tablo 7.** Sensory evaluation of surimi gels made from Alaska Pollack and sardine

| Gün | Grup | Sıkılık                  | Elastiklik               | Sululuk                   | Beyazlık                 | Lezzetlilik              |
|-----|------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 30  | MD   | 7,83 ± 1,83 <sup>a</sup> | 8,17 ± 2,56 <sup>a</sup> | 10,0 ± 3,03 <sup>a</sup>  | 8,33 ± 1,63 <sup>a</sup> | 8,83 ± 3,19 <sup>a</sup> |
|     | SD   | 8,83 ± 1,47 <sup>a</sup> | 8,67 ± 2,50 <sup>a</sup> | 10,17 ± 2,79 <sup>a</sup> | 7,67 ± 1,51 <sup>b</sup> | 5,83 ± 0,98 <sup>b</sup> |
|     | MK   | 8,50 ± 1,76 <sup>a</sup> | 9,50 ± 1,97 <sup>a</sup> | 10,8 ± 32,14 <sup>a</sup> | 7,33 ± 3,01 <sup>a</sup> | 9,00 ± 1,79 <sup>a</sup> |
|     | SK   | 7,67 ± 1,37 <sup>a</sup> | 8,00 ± 2,90 <sup>a</sup> | 9,67 ± 2,66 <sup>a</sup>  | 6,50 ± 2,74 <sup>b</sup> | 5,50 ± 0,55 <sup>b</sup> |
| 60  | MD   | 8,33 ± 2,25 <sup>a</sup> | 7,00 ± 2,10 <sup>a</sup> | 8,83 ± 2,40 <sup>a</sup>  | 9,33 ± 2,66 <sup>a</sup> | 10,0 ± 2,97 <sup>a</sup> |
|     | SD   | 9,33 ± 3,88 <sup>a</sup> | 9,67 ± 3,61 <sup>a</sup> | 7,00 ± 3,63 <sup>a</sup>  | 7,77 ± 2,10 <sup>b</sup> | 3,67 ± 0,82 <sup>b</sup> |
|     | MK   | 8,67 ± 2,42 <sup>a</sup> | 7,33 ± 2,58 <sup>a</sup> | 8,8 ± 32,48 <sup>a</sup>  | 9,83 ± 2,93 <sup>a</sup> | 10,0 ± 3,52 <sup>a</sup> |
|     | SK   | 9,67 ± 3,61 <sup>a</sup> | 9,83 ± 2,64 <sup>a</sup> | 7,33 ± 3,39 <sup>a</sup>  | 7,1 ± 72,14 <sup>b</sup> | 3,83 ± 0,98 <sup>b</sup> |

Aynı sütunda aynı harfler arasında fark yoktur ( $p>0,05$ )

Sardalya balıklarından direkt ısıtılan jel ve kamaboko jel surimi üretimi ve depolama esnasında mikrobiyolojik gelişimleri **Tablo 8'** de verilmiştir.

Sardalya surimide (SS)  $4,5 \times 10^3$  Kob/g olarak belirlenen mezofilik bakteri sayısı depolamanın birinci ayında sardalya

direkt jel surimi ürünlerinde  $5,5 \times 10^1$  Kob/g, sardalya kamaboko jel ürünlerinde ise  $1,9 \times 10^1$  Kob/g olarak bulgulanmıştır. Depolamaya bağlı olarak bakteri sayılarında artış saptanmıştır. Depolamanın ikinci ayında mezofilik bakteri sayıları mezgit direkt jel surimi ürünleri için  $6,3 \times 10^2$  Kob/g, sardalya kamaboko jel surimi için  $1,0 \times 10^2$  Kob/g olarak saptanmıştır.

**Tablo 8.** Mezgit ve sardalya surimleri ile bunlardan elde edilen jellerin mikrobiyolojik gelişimleri  
**Tablo 8.** Microbiological evaluation of surimi and their gels made from Alaska Pollack and sardine

| Analizler                    | 30. gün           |                   |                   |                   |                   |                   | 60. gün           |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                              | MS                | SS                | MD                | SD                | MK                | SK                | MS                | SS                | MD                | SD                | MK                | SK                |
| TMBS (Kob/g)                 | $6,8 \times 10^3$ | $4,5 \times 10^3$ | $7,5 \times 10^1$ | $5,5 \times 10^1$ | $2,3 \times 10^1$ | $1,9 \times 10^1$ | $7,2 \times 10^3$ | $9,2 \times 10^3$ | $8,2 \times 10^2$ | $6,3 \times 10^2$ | $2,8 \times 10^2$ | $1,0 \times 10^2$ |
| PBS (Kob/g)                  | $7,3 \times 10^3$ | $5,3 \times 10^3$ | $4,2 \times 10^1$ | $3,6 \times 10^1$ | $1,4 \times 10^1$ | $1,0 \times 10^1$ | $7,8 \times 10^3$ | $9,8 \times 10^3$ | $4,2 \times 10^2$ | $6,0 \times 10^2$ | $1,8 \times 10^2$ | $1,1 \times 10^2$ |
| TABS (Kob/g)                 | $4,2 \times 10^2$ | $3,2 \times 10^2$ | $3,7 \times 10^1$ | $1,2 \times 10^1$ | $1,3 \times 10^1$ | $1,0 \times 10^1$ | $5,2 \times 10^3$ | $4,0 \times 10^2$ | $4,3 \times 10^2$ | $7,2 \times 10^2$ | $2,6 \times 10^2$ | $2,8 \times 10^2$ |
| KBS (EMS/g)                  | 45                | 75                | <3                | <3                | <3                | <3                | 15                | 45                | <3                | <3                | <3                | <3                |
| FKBS (EMS/g)                 | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                | <3                |
| <i>Staph. aureus</i> (Kob/g) | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              | <100              |
| M-KBS (Kob/g)                | $1,9 \times 10^1$ | $1,2 \times 10^1$ | <10               | <10               | <10               | <10               | $2,8 \times 10^1$ | $1,4 \times 10^1$ | <10               | <10               | <10               | <10               |

Mezgit surimide (MS)  $6,8 \times 10^3$  Kob/g olarak belirlenen mezofilik bakteri sayısı depolamanın birinci ayında mezgit direkt jel surimi ürünlerinde  $7,5 \times 10^1$  Kob/g, mezgit kamaboko jel ürünlerinde ise  $2,3 \times 10^1$  Kob/g olarak bulgulanmıştır (**Tablo 8**). Depolamaya bağlı olarak bakteri sayılarında artış saptanmıştır. Depolamanın ikinci ayında mezofilik bakteri sayıları mezgit direkt jel surimi ürünleri için  $8,2 \times 10^2$  Kob/g, mezgit kamaboko jel surimi ürünleri için  $2,8 \times 10^2$  Kob/g olarak saptanmıştır. Sardalya ve mezgit balıklarından yapılan direkt jel ve kamaboko jel surimi üretiminde ilave edilen katkı maddeleri ve uygulanan ısıtma işlem sonrasında bakteriyel yüklerde azalma saptanmıştır. Koliform, fekal koliform, *S. aureus*, maya-küf ısıtma işlem sonrası surimi ürünlerde saptanmamıştır. ICMSF (1992)' e göre surimi ürünleri için verilen toplam mezofilik bakteri sayısı için belirtilen özel bir limit değeri olmayıp, ısıtma işlem uygulanmış balıklar için belirtilen tüketim limit değeri  $10^5$ - $10^7$  Kob/g olarak belirtilmiştir. Buna göre, sardalya ve mezgit balıklarından direkt ısıtılarak ve kamaboko jel üretilerek elde edilen surimi ürünleri mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde depolama periyodu sonunda tüketim limit değerlerinin altında saptanmıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Kimyasal kompozisyon analiz sonuçlarına bakıldığında nem parametresi haricindeki diğer kimyasal kompozisyon bileşenlerinin değerlerinde yıkama işlemi ile beraber bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Protein değerlerindeki düşüşün nedeninin yıkama işlemi ile birlikte sarkoplazmik proteinlerin uzaklaştırılmasından kaynaklanmaktadır. Sardalyadan yapılan suriminin protein değerleri ham materyale oranla önemli bir değişim göstermezken kül değerlerinde azalma önemli olarak

bulgulanmıştır ( $P < 0,05$ ). Her iki türün kül oranı ise suda çözünen diğer içeriklerin yıkama suyu ile beraber uzaklaştırılması sonucunda düşüş göstermiştir. Sardalyadan üretilen suriminin asit-alkalin ile yıkanması ile ilgili bir araştırmada (*Karayannakidis vd., 2007*) farklı dönemlerde avlanan sardalyaların yıkanmamış kıymalarında nem oranlarının % 79,25 ile 76,57 arasında, protein değerlerinin %19,27 ile 21,6, yağ değerlerinin ise % 2,78 ile 1,0, kül değerlerinin ise % 1,45 ile 0,6 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Sardalya kıymasının dondurularak depolanmasının doku özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (*Marti de Castro vd., 1996*) protein değerleri %17,7 den 13,0'a düşerken yine kül ve yağ miktarlarında da düşüş göstermiştir. Bu yayındaki sonuçlar yapılan bu çalışmadaki sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Surimi üretiminde miyogloblin ve hemoglobin beyazlıkta esas rolü oynamaktadır ki beyazlık da surimi jelinin kalitesi için oldukça önemli bir parametredir (*Chen, 2002*). *Ochiai vd., (2001)* şu saptamada bulunmuştur; kahverengi kaslar kıymadan ne kadar uzaklaştırılabilirse o kadar beyaz renkli ve yüksek kaliteli jel elde edilebilir. Koyu renkli balıklardan surimi üretiminde ilk yıkama suyuna sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) eklenmesi *Park (2000)* tarafından tavsiye edilmiştir ki çalışmada bu katkı maddesi kullanılarak miyogloblinin uzaklaştırılması artırılarak kıymanın renginin açılması sağlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan mezgit ve sardalyanın yıkanmamış kıymalarındaki miyogloblin değerleri karşılaştırıldığında sardalya kıyması değerinin oldukça yüksek ( $P < 0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Sardalya kıymalarının miyogloblin içerikleri yıkama aşamaları boyunca düşüş ( $P < 0,05$ ) göstermiştir. Uskumru ve sardalya ile yapılan bir çalışmada

yıkama sırasında farklı tuz konsantrasyonlarının miyoglobini uzaklaştırma oranlarına bakılmıştır (Manat vd., 2004). Sardalyanın sadece koyu renkli kısımlarından yapılan kıymada en iyi sonuç % 0,2 oranında tuz ile yıkanmasıyla elde edilmiş olup miyoglobinin yaklaşık olarak % 30'u uzaklaştırılmıştır. Bu çalışmada birinci yıkamada uygulanan prosedür ile miyoglobinin % 61'i uzaklaştırılmıştır.

Suriminin dondurularak depolanması periyodu boyunca protein denatürasyonu arttığından protein çözünürlüğünün de düştüğü birçok araştırmacı tarafından da tespit edilmiştir. Çözünürlüğün düşmesi surimi jellerinin kalitesinin de düşmesine neden olmaktadır (Park, 2000). Bu çalışmada da protein çözünürlüğü depolamaya birlikte düşüş göstermiş fakat bu azalmanın istatistiki olarak bir önem taşımadığı görülmüştür. Genellikle Tayland'da surimi üretimi için kullanılan farklı balık türleri üzerine yapılmış bir çalışmada balık türlerine göre farklılık gösteren protein çözünürlüğünde önemli düşüşler depolamaya bağlı olarak tespit edilmiştir (Benjakul vd., 2005). Protein çözünürlüğündeki düşüş, proteinlerin dondurma ve dondurulmuş depolama sırasındaki denatürasyonlarına da bağlı olarak gelişmektedir (Benjakul vd., 2005).

Yağlı balıkların oksidasyon miktarının ve hızının yağsız balıklara oranla daha yüksek olduğu bilinmektedir. Surimi üretimi sırasında yağın büyük bir bölümü uzaklaştırılmış olsa da sardalya suriminin yağ miktarı mezgitten yapılan surimiden daha yüksektir. Tiyoobarbutrik asit analizi sonuçlarına göre sardalya surimilerinde depolamaya bağlı TBA değerlerindeki artış, sardalyada daha yüksek oranda bulunan doymamış yağların oksidasyonu sonucunda gerçekleşmiştir. Bu oksidasyonun duyusal analizlerde panelistler tarafından hissedilmesi sonucunda da sardalya surimi jelleri ret edilerek tüketilemez olarak değerlendirilmiştir. Benjakul vd., (2005) tarafından yapılan bir çalışmada balık türlerinin yağlılıklarına göre dondurulmuş depolama periyodu boyunca oksidasyonda artışlar görüldüğü bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada depolama sırasında oksidasyonun proteinlerin denatürasyonuna neden olabileceği ve bununla daha düşük protein çözünürlüğüne ve jel kabiliyetinin azalmasına yol açabileceği bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı surimi üretiminde yaygın olarak kullanılan mezgit türünden elde edilen surimi ve bundan elde edilen jellerin kalitesi ile sardalyadan yapılan suriminin ve bundan elde edilen surimi jellerinin kalitesini karşılaştırmaktır. Aynı sürede dondurularak depolanmış balıkların kullanıldığı çalışmada doku profil analizi (TPA) sonuçlarına göre sardalya surimisi jellerinin doku kalitesi mezgit jellerinin doku kalitesini yakalamış olarak görülmektedir. Sertlik, esneklik ve dış yapışkanlık gibi doku parametrelerinde hem mezgit hem de sardalya surimisinden yapılan kamaboko jelleri direkt ısıtılan jellere göre daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Genel olarak surimi ile yapılan çalışmalarda kamaboko jelinin özelliklerinin direkt ısıtılan jelinkinden daha iyi olduğu ortaya konmaktadır. Delme testinin sonuçlarına bakılacak olursa sardalya surimi jellerinin jel dayanıklılığının ısı uygulamalarına göre 30. günde daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Oldukça taze sardalya kullanıldığında oluşan jel kalitesinin yüksek kaliteye

sahip mezgit surimisinin kalitesini yakaladığı bildirilmiştir (Park, 2000). Sardalya ve uskumru ile yapılan bir çalışmada her iki türünde direkt ısıtılan jellerde ve kamaboko jellerde kırılma güçlerinin tuz solüsyonu ile yıkanan kıymalarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Manat vd., 2004). Sardalya surimisinin jellerinin jel dayanıklılığı kamaboko için yaklaşık 110 ile 260 g arasında, direkt ısıtılan jeller için ise yaklaşık 80 ile 110 g arasında değişim göstermiştir. Yine aynı araştırmada sardalyadan yapılan suriminin uskumrudan yapılabileceği göre daha yüksek bir jel dayanıklılığına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada yapılan jel dayanıklılığı testinde 30. günde en yüksek değere sardalya kamaboko jelleri sahip olmuştur ve diğer sardalyadan yapılan surimi çalışmaları ile paralellik göstermektedir. 60. günde ise bu değer düşüş göstermiştir. Jel dayanıklılığındaki bu düşüş oksidasyon artışı ve protein çözünürlüğündeki düşüş ile bağdaştırılabilir.

Mezgit ve sardalya kıymalarının yıkamayla beyazlık değerlerinin artışı, yıkamayla beraber istenmeyen partikül ve bileşenlerin uzaklaştırılması sonucu ortaya çıkan yıkamanın yararlı etkilerinden biridir. Suriminin jel haline getirilmesi için uygulanan ısı işlemlerin beyazlık parametresini türe bağlı olmaksızın arttırdığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Manat vd., 2004; Karayannakidis vd., 2007; Tabilao-Munizaga vd., 2004; Rawdkuen vd., 2004). Beyazlık değerleri Manat vd., (2004) tarafından sardalyalarla yapılan bir araştırmada tuz solüsyonu ile yıkanmış surimiden direkt ısıtılarak yapılan jellerin beyazlık değeri 62,25 bulunurken kamaboko jelinin değeri ise 62,88 olarak tespit edilmiştir. Karayannakidis vd., (2007) tarafından sardalyadan surimi üretimi ile ilgili yapılan bir çalışmada farklı pH düzeyleri ile yıkanan kıymalar ısı işleme tabi tutulduktan sonra beyazlık değerleri hesaplanmıştır. Buna göre beyazlık değerleri 50,10 ile 62,20 arasında değişim göstermiştir. Yukarıdaki çalışmalar ile karşılaştırıldığında bu çalışmadaki sardalyadan yapılan jellerin beyazlık değerleri diğer çalışmaların beyazlık değerleri ile benzerlik göstermektedir. Sardalya jellerinin depolamanın ikinci ayında beyazlık değerlerinin düşüşü surimideki oksidasyon artışı ile düşen L\* (parlaklık) değenin bir sonucudur. Mezgitte çeşitli katkı maddeleri eklenerek etkileri araştırılan bir çalışmada (Tabilao-Munizaga vd., 2004) ısı işlem uygulanan jellerin renk değerleri 69,11 olarak tespit edilmiştir. Mezgit surimisinden yapılan jelden alınan bu sonuç bu çalışma kapsamında yapılan mezgit surimisinden yapılan jellerin beyazlık değerleri ile paralellik göstermektedir. Duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında sardalya surimisinden yapılan jellerde ikinci periyotta artan oksidasyonun daha yoğun hissedilmeye başlaması ile birlikte lezzet parametresinde kuvvetli bir düşüş ( $P<0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Bu acılaştırmanın hissedilmesi ile sardalya surimisinden yapılan jeller panelistlerce reddedilmiştir.

Çalışmada yıkama işlemi ile beraber ilave edilen katkı maddeleri toplam bakteriyel yükün azalmasını sağlamıştır. Yapılan bir çalışmada çipura balıklarının depolama öncesi yıkama işleminin bakteri popülasyonunu azalttığı belirtilmiştir (Erkan, 2007). Huidobro vd. (2001) yıkanmamış çipura balıklarında mezofilik bakteri sayısının depolama esnasında

hızlı bir şekilde yükselirken (depolanın 15. gününde 7 log Kob/g ulaşırken), yıkanan çipuralıklarının bu değere 17. günde ulaştığı belirtilmiştir. Inacio vd., (2003) bütün haldeki istavrit balıklarının (*Trachurus trachurus*) mezofilik bakteri sayılarının depolanın başlangıcında  $>5$  log Kob/cm<sup>2</sup> 'den az olduğu ve depolanın 12. gününde yıkanmamış olan bütün istavrit balıklarının mezofilik bakteri sayılarının  $>7$  log Kob/cm<sup>2</sup> in üzerinde iken, yıkanmış olanların  $<7$  log Kob/cm<sup>2</sup> in altında saptandığı belirtilmiştir. Yıkama işlemi ile bakteriyel yükün azalması konusunda çalışmada elde edilen bulgular yukarıdaki belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Çalışmada ilave edilen katkı maddeleri ve uygulanan ısı işlem sonrasında sardalya ve mezgitinden yapılan direkt jel ve kamaboko surimi ürünlerinde bakteriyel yüklerde azalma saptanmıştır. Yapılan diğer bir çalışmada taze, fırında ve kızartılmış hamsi balıklarının mezofilik bakteri sayıları sırasıyla 4,53; 3,26; 3,68 log Kob/g olarak bulgulanmıştır. Fırında ısı işlem uygulandıktan sonra vakum paketlenen hamsilerin 14 gün depolamadan sonra mezofilik bakteri sayısı 7,32 log Kob/g'a, kızartılmış ve vakum paketlenmiş hamsilerin mezofilik bakteri sayıları 21 gün depolamadan sonra 7,27 log Kob/g'a ulaşmıştır. Kızartılmış ve vakum paketlenmiş hamsilerin mezofilik ve psikrotrofik bakteri sayıları  $2\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de 14 gün depolamadan sonra bile 7 log Kob/g'ın altında saptanırken depolanın 21. gününde maksimum tüketim limit değerlerini aşmıştır (Kılınç vd., 2007). Sardalya balıklarının marinasyon esnasındaki kalite değişimleri adlı çalışmada ham materyalde saptanan toplam mezofilik, psikrotrofik ve maya-küf sayıları sırasıyla  $4,5 \times 10^4$  Kob/g,  $7,6 \times 10^4$  Kob/g, 20/g maya ve 10/g küf olarak saptanmıştır. Sardalya filetoları fiçiler içerisinde tuz ve asetik asit ilavesi ile marinasyona tabi tutulduktan sonra sardalya filetolarında bütün bakteriyel yük inhibe olmuştur (Kılınç ve Çaklı, 2004). Surimi jellerinde bakteriyel yüklerin katkı maddeleri ilavesi ve ısı işlem sonrası azalması yönünde elde edilen bulgular yukarıda belirtilen çalışmalarla paralellik göstermektedir.

## KAYNAKÇA

- Ariyapitun, T., Mustapha, A. & Clarke, A. D. (1999). Microbial shelflife determination of vacuum-packaged fresh beef treated with polylactic acid, lactic acid and nişin solutions. *Journal of Food Protection*, 62:913-920.
- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis, 14<sup>th</sup> ed., Assoc. Off. Anal. Chem., Wash. DC., USA.
- Benjakul, S. & Bauer F. (2001). Biochemical and Physicochemical Changes in Catfish Muscle as Influenced by Different Freeze-Thaw Cycles. *Food Chemistry*, 72:207-217. doi: [10.1016/S0308-8146\(00\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00222-3)
- Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew, C. & Tanaka, M. (2005). Effect of Frozen Storage on Chemical and Gel-forming Properties of Fish Commonly Used for Surimi Production in Thailand. *Food Hydrocolloids*, 19:197-207. doi: [10.1016/j.foodhyd.2004.05.004](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.05.004)
- Blig, 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)
- Chaijan, M., Benjakul, S., Vissanguan, W. & Fatsuman, C. (2004). Characteristic and Gel Properties of Muscles from Sardine (*Sardinella gibbosa*) and Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) Caught in Thailand. *Food Research International*, 37:1021-1030. doi: [10.1016/j.foodres.2004.06.012](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.012)
- Chen, H., H. (2002). Decoloration and Gel-Forming Ability of Horse Mackerel Mince by Air-Flotation Washing. *Journal of Food Science*, 67:2970-2975. doi: [10.1111/j.1365-2621.2002.tb08847.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08847.x)
- Cochran, W.G. & Cox, G.M. (1957). Experimental designs (2. baskı) Chicester: Jhon Willey & Sons.
- Çaklı, (2008). Ş. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi 2. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir.
- Debevere J. & Boskou G. (1996). Effect of modified atmosphere packaging on the TVB/TMA producing microflora of cod filets. *International Journal of Food Microbiology*, 31:221-229. doi: [10.1016/0168-1605\(96\)01001-X](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01001-X)
- Erkan, N. (2007). Sensory, Chemical, and Microbiological Attributes of Sea Bream (*Sparus aurata*): Effect of Washing and Ice Storage. *International Journal of Food Properties*, 10(3): 421-434. doi: [10.1080/10942910600848915](https://doi.org/10.1080/10942910600848915)

Sonuç olarak, çalışmada donmuş olarak mezgit ve sardalya balıkları kullanılmıştır. Depolanın ikinci ayında sardalya balıklarının yağlı olması dolayısıyla, sardalya balığından yapılan surimilerde duyuşal açıdan acılaşıma belirlenmesi nedeniyle kabul edilemez durumda bulgulanmıştır. Buna karşın mezgit balıklarından yapılmış surimler depolanın ikinci ayında tüketilebilir durumda saptanmıştır. TBA değerleri ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre mezgitten ve sardalyadan yapılan surimler tüketim limit değerlerinin altında bulgulanmıştır. Çalışmada dondurulmuş materyal kullanılarak sardalya balıklarından surimi yapılmıştır. Sardalya balıklarından yapılan duyuşal analiz sonuçlarına göre depolanın ikinci ayında oksidasyon (acılaşma) saptanması ve ürünlerin duyuşal panelistler tarafından reddedilmesi raf ömrünü kısaltmıştır. Eğer taze ham materyal kullanılarak surimi yapılırsa hem oksidasyonun geciktirilmesi sağlanabilir hem de doku ve renk özellikleri açısından daha kaliteli ürünler elde edilebilir. Taze materyalle kıyaslandığında, donmuş materyallerde depolamaya bağlı oksidasyon daha yüksek olarak saptanmaktadır. Surimi ürünleri özellikle yağlı balıklardan yapıldığında oksidasyon gelişimi hızlı olduğu için oksidasyon gelişimini önleyici doğal antioksidant maddelerin ilavesi (biberiye, adaçayı, kekik gibi) hem oksidasyon oluşumunu geciktirecek hem de surimi ürünlerinin tat ve aroma gelişimini artıracaktır. Yağlı balıklardan surimi eldesinde oksidasyonu önlemek amacıyla surimler dondurulmadan önce vakum paketlenmesi yapılması da oksidasyonun gelişimini engelleyeceği gibi surimi ürünlerin raf ömrünü de artıracaktır. Surimiye dayalı ürünlerin beyazlık özelliklerinin gelişimi için ilave beyazlatıcı maddelerin (yumurta beyazı, tavuk plazma proteini, transglutaminaz, tapioka nişastası) de kullanılması ürünlerin tercih ve tüketilebilirliğini artıracaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 107O005 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

- Eymard, S., Carcouet, E., Rochet, M., Dumay, J., Chopin, C. & Genot, C. (2005). Development of lipid oxidation during manufacturing of horse mackerel surimi. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 85:1750-1756. doi: [10.1002/jsfa.2145](https://doi.org/10.1002/jsfa.2145)
- Fiske, C., H. & Subbarow, Y. (1925). The Colorimetric Determination of Phosphorus. *Journal of Biological Chemistry*, 66:375-400.
- Gomez-Basauri, J.V. & Regenstein, J.M. (1992). Vacuum packaging, ascorbic and frozen storage effects on heme and nonheme iron content of mackerel. *Journal of Food Science*, 57:1337-1339. doi: [10.1111/j.1365-2621.1992.tb06851.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb06851.x)
- Harrigan, W.F. & Mccance, M.E. (1976). *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*. London: Academic Press Inc.
- Huidobro, A., Mendes, R. & Nunes, M.L. (2001). Washing effect on the quality index method (QIM) developed for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*). *European Food Research and Technology*, 212:408-412. doi: [10.1007/s002170000243](https://doi.org/10.1007/s002170000243)
- Inacio, P., Bernardo, F. & Vaz-Pirez P. (2003). Effect of Washing with Tap and Treated Seawater on the Quality of Whole Scad (*Trachurus Trachurus*). *European Food Research and Technology*, 217:416-411. doi: [10.1007/s00217-003-0771-7](https://doi.org/10.1007/s00217-003-0771-7)
- ICMSF. (1992). (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). Sampling plans for fish and shellfish. In ICMSF, *Microorganisms in Foods. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Scientific Applications*, ed. ICMSF. Toronto, Canada: University of Toronto Pres.
- Karayannakidis, P.D., Zotos, A., Petridis, D. & Taylor, K.D.A. (2007). The effect of initial wash at acidic and alkaline pHs on the properties of protein concentrate (kamaboko) products from sardine (*Sardina pilchardus*) samples. *Journal of Food Engineering*, 78 775- 783p. doi: [10.1016/j.jfoodeng.2005.11.018](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.11.018)
- Kılınç, B. & Çaklı, Ş. (2004). Chemical, microbiological and sensory changes in thawed frozen fillets of sardine (*Sardina pilchardus*) during marination. *Food Chemistry*, 88:275-280. doi: [10.1016/j.foodchem.2004.01.044](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.044)
- Kılınç, B., Çaklı, Ş. & Türkkan, A.U. (2007). Effect of different cooking methods on chemical, microbiological and sensory quality of vacuum -packed Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*). *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 58:191-196.
- Lanier, T.C. & Lee, C.M. *Surimi Technology*. New York: Marcel Dekker Inc. (1992).
- Ludorff, W. & Meyer, V. (1973). *Fische und Fisherzeugnisse*. Z. Auflage. Verlag Paul Parey In Berlin und Hamburg, 209-210.
- Manat, C., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Fatsuman, C. (2004). Characteristics and gel properties of muscles from sardine and mackerel caught in Thailand. *Food Research International*, 37:1021-1030. doi: [10.1016/j.foodres.2004.06.012](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.012)
- Marti De Castro, M.A., Gomez-Gullien, M.C. & Montero, P. (1997). Influence of frozen storage on textural properties of sardine (*Sardina pilchardus*) mince gels. *Food Chemistry*, 60:85-93. doi: [10.1016/S0308-8146\(96\)00315-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00315-9)
- Ochiai, Y., Ochiai, L., Hasimoto, K. & Watabe, S. (2001). Quantative Estimation of Dark Muscle Content in The Mackerel Meat Paste and Its Products Using Antisera Against Mysin Light Chains. *Journal of Food Science*, 66:1301-1305. doi: [10.1111/j.1365-2621.2001.tb15205.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15205.x)
- Park, J.W. (1994). Functional protein additives in surimi gels. *Journal of Food Science*, 59: 525-527. doi:[10.1111/j.1365-2621.1994.tb05554.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb05554.x)
- Park, J.W. (2000). *Surimi and Surimi Seafood*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Rawdkuen, S., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Lanier, T.C. (2004). Chicken plasma protein affects gelatin of surimi from bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Hydrocolloids*, 18:259-270. doi: [10.1016/S0268-005X\(03\)00082-1](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00082-1)
- Tabilo-Munizaga, G. & Barbosa-Canovas, G., (2004). Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. *Food Research International*, 37: 767-775p. doi: [10.1016/j.foodres.2004.04.001](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.04.001)
- Tarladgis, B., Watts, B. M. & Yonathan, M. (1960). Disillation Method for the Determination of Malonaldehyde in Rancid Food. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 37(1), 44-48. doi: [10.1007/BF02630824](https://doi.org/10.1007/BF02630824)
- Torten, J. & Whitaker, J.R. (1964). Evaluation of Biuret and Dye-Binding Methods for Protein Determination in Meats. *Journal of Food Science*, 29:168-174. doi: [10.1111/j.1365-2621.1964.tb01713.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1964.tb01713.x)



RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

## The community structure of Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) on shallow soft bottoms of the Çanakkale Strait

### Çanakkale Boğazı kıyıs al sularının yumuşak zeminleri'ndeki Prosobranş (Mollusca: Gastropoda) kommunit e yapısı

Seçil Acar\* • A. Suat Ateş

Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology 17100 Çanakkale, Turkey

\* Corresponding author: [secilkolsal@gmail.com](mailto:secilkolsal@gmail.com)

Received date: 07.10.2016

Accepted date: 04.01.2017

#### How to cite this paper:

Acar, S. & Ateş, A.S. (2017). The community structure of Prosobranchia (Mollusca: Gastropoda) on shallow soft bottoms of the Çanakkale Strait. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 93-101. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.13

**Abstract:** The goal of this study was to determine the community structure belonging to the Prosobranchia (Gastropoda, Mollusca) in soft bottoms of the Çanakkale Strait coastal waters (0-5 m). Benthos samples were collected seasonally using a 30x30 quadrat operated by a SCUBA diver between July 2008 and April 2009. Samplings were carried out at 3 transect depths of 8 different locations of the Çanakkale Strait. A total of 4472 specimens of Prosobranchs were recorded. *Rissoa splendida* Eichwald, 1830 was the numerically dominant species (Di % = 20.57). Kilitbahir location had the highest number of individuals (1069), while the Lapseki location had the lowest number (157). According to Spearman's rank correlation, the highest positive correlation ( $r_s = 0.75$ ) was between salinity and species number. Conversely, the lowest correlation ( $r_s = 0.51$ ) was found between pH and species number. Bray-Curtis similarity index showed that summer and winter periods were very similar (88.65 %). Çanakkale and the Kilya inlet points had the highest similarity (70.87 %).

**Keywords:** Prosobranchia (Gastropoda), community structure, soft bottom, Çanakkale Strait, Turkish Strait System

**Öz:** Çalışmanın amacı Çanakkale Boğazı kıyıs al sularının (0-5 m) yumuşak zeminlerindeki Prosobranş kommunit e yapısını belirlemektir. Bentoz örnekleri Temmuz 2008 ve Nisan 2009 tarihleri arasında bir Scuba dalıcı tarafından 30x30 cm'lik kuadrat kullanılarak mevsimsel olarak toplanmıştır. Örneklemeler Çanakkale Boğazı'nın 8 farklı istasyonun 3 transekt derinliğinde yürütülmüştür. Prosobranşlardan toplam 4472 birey kaydedilmiştir. *Rissoa splendida* Eichwald, 1830 sayısal olarak en baskın türdür (Di % = 20.57). Lapseki istasyonu en düşük birey sayısına (157) sahipken, Kilitbahir en yüksek (1069) birey sayısına sahiptir. Spearman korelasyonuna göre en yüksek pozitif ilişki ( $r_s = 0.75$ ) tuzluluk ile tür sayısı arasındadır. Aksine en düşük ( $r_s = 0.51$ ) ilişki ise pH ile tür sayısı arasındadır. Bray-Curtis benzerlik analizi yaz ve kış aylarının (88.65%) çok benzer olduğunu göstermektedir. Çanakkale ve Kilya koyu istasyonları yüksek (70.87 %) benzerliğe sahiptir.

**Anahtar kelimeler:** Prosobranş (Gastropod), kommunit e yapısı, yumuşak zemin, Çanakkale Boğazı, Türk Boğazlar Sistemi

## INTRODUCTION

Sedimentary bottoms are the key elements of the marine ecosystem. Soft bottom macrobenthos plays significant roles in the marine ecosystem processes such as metabolism of pollutants, nutrient cycling, distribution and production (Snelgrove, 1998). Marine communities are determined by the intrinsic characteristics of populations (biomass, abundance, diversity), functioning of communities as food web, functional diversity and community macro-ecological characteristics (Dimitriadis and Koutsoubas, 2008). Benthic molluscs are a fundamental component of macrofauna and play a major role in biodiversity and community structure (Zenetos, 1996; Koutsoubas et al., 2000). Marine gastropods show different diet types, including deposit and suspension feeding, grazing, parasitism, and predation thus could be found through several trophic levels in the community (Taylor, 1980). Specification of

the spatial distribution in species is essential to understand the structure of communities (Hoey et al., 2004). Among the parameters controlling the coastal soft-bottom benthic communities, sediment characteristics were regarded as paramount (Grillo et al., 1998) besides several physicochemical and biological factors. Because of the complexity of the environment, it is difficult to determine the exact parameter affecting the invertebrates (Feld and Hering, 2007). The structure of benthic marine communities is highly variable both spatially and temporally (Kelaher and Levinton, 2003). Therefore, establishing which factors control the biodiversity in nature has long been an important theme of research in ecology (Huston, 1994). The purpose of the present study was to describe the seasonal variations in diversity and community structure of benthic prosobranch gastropods found in the

Çanakkale Strait with variations in the characteristics of soft-bottom sediment and environmental variables.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

Eight locations were sampled in the Çanakkale Strait (Fig.1). Geographic coordinates were as follows: Gelibolu (loc. 1, 40°40'617"N 26°66'692"E), Lapseki (loc. 2, 40°34'661"N 26°67'985"E), Çanakkale (loc. 3, 40°15'474"N 26°40'879"E), Kilya Inlet (loc. 4, 40°20'472"N 26°36'117"E), Eceabat (loc. 5, 40°18'253"N 26°36'046"E), Kilitbahir (loc. 6, 40°15'048"N 26°37'878"E), Kepez Harbour (loc. 7, 40°10'360"N 26°37'339"E) and Dardanos (loc. 8, 40°07'493"N 26°35'806"E). Three transects with three different depths (0.5, 2, and 4 m) were sampled at each location and one quadrat for each depth in July 2008, November 2008, February 2009, and April 2009 by means of a frame quadrat system of 30×30 cm (the area was 0.09 m<sup>2</sup>). Sea water temperature, salinity, pH and dissolved oxygen were measured in situ using a portable multiparametric instrument YSI 556 (Yellow Springs Instruments). Benthos samples were sieved through a 0.5 mm mesh size sieve and then the samples were preserved in formaldehyde-seawater solution of 4%.

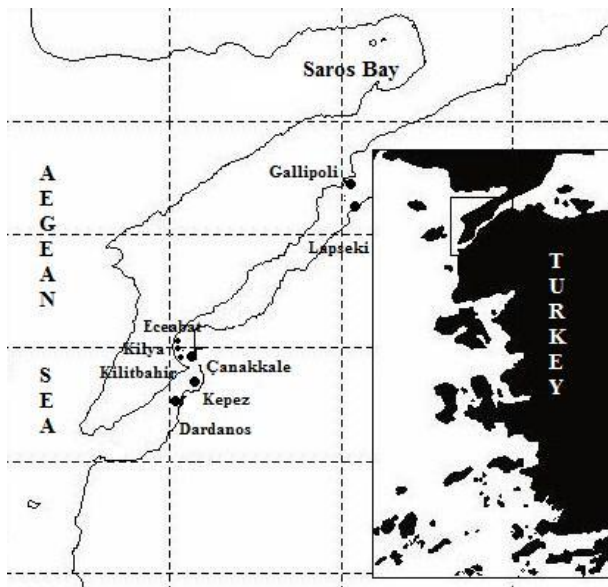


Figure 1. Map showing sampling locations in the Çanakkale Strait

### Laboratory analysis

In the laboratory, gastropods were picked under a stereomicroscope and then preserved in 70% ethanol. Determination of specimens was performed using a stereomicroscope and identification followed Graham (1971), Nordsieck (1977), Barash and Danin (1992), Sabelli (1992), Cachia et al. (1996; 2001) and Butakov et al. (1997). The

classification of gastropoda to the upper categories was conducted according to Bouchet and Roccroi (2005). Sediment granulometry was made using a series of sieve set ranging from 63 µm to 20 mm and sediment particle size was classified according to Buchanan (1984) (Table 1).

Table 1. Sediment analysis classification

| Particle size (mm)                | Class of sediment |
|-----------------------------------|-------------------|
| $Q_{50} > 63\text{mm}$            | Boulder           |
| $63 > Q_{50} > 4\text{mm}$        | Cobbles           |
| $4 > Q_{50} > 2\text{mm}$         | Gravels           |
| $2 > Q_{50} > 1\text{mm}$         | Very coarse sand  |
| $1 > Q_{50} > 0.5\text{mm}$       | Coarse sand       |
| $0.5 > Q_{50} > 0.25\text{mm}$    | Medium sand       |
| $0.25 > Q_{50} > 0.125\text{mm}$  | Fine sand         |
| $0.125 > Q_{50} > 0.063\text{mm}$ | Very fine sand    |
| $Q_{50} < 0.063\text{mm}$         | Silts and clays   |

### Statistical analysis

Number of species (S), total abundance (N), dominance index (Di), frequency index (f), Shannon-Wiener diversity index (H') (Shannon and Weaver, 1963), and Pielou's evenness index (J') (Pielou, 1966) were calculated for each sampling point seasonally. Relationships between the abundance and the environmental factors were analysed by non-metric Multi Dimensional Scaling (MDS). Spatial and seasonal biotic similarity was measured according to the Bray-Curtis index values based on the species density. One-way ANOSIM permutation test was used to determine whether there were significant differences between groups of samples or not. SIMPER analysis was used to identify the contribution of each species to the similarity of the groups identified from the cluster analysis. Spearman's correlation coefficient analyses were used to determine relationship between environmental variables and parameters of the gastropod community. Statistical analysis was done by a combination of IBM SPSS Statistic 20, Minitab 16 and PAST Statistical Program.

## RESULTS

### Abiotic data

Seasonal differences in salinity, temperature and dissolved oxygen were observed during the study. Mean salinity was  $25.52 \pm 1.30$  ‰ for the whole sampling area. Dardanos had the highest value ( $28.87 \pm 0.95$  ‰) and the Lapseki had the lowest value ( $24.55 \pm 1.79$  ‰). Mean temperature value was measured as  $16.02 \pm 0.28$  °C. Kilya Inlet had the highest temperature value ( $26.77$  °C) while the lowest value was at Gelibolu ( $8.87$  °C). The mean value of dissolved oxygen (DO) concentration was  $7.13 \pm 0.59$  mg L<sup>-1</sup>. Çanakkale site had the highest DO ( $9.79$  mg L<sup>-1</sup> in April 2009) while Lapseki was found to have the lowest DO ( $3.68$  mg L<sup>-1</sup>) in July 2008 (Table 2).

**Table 2.** Values of the physical and chemical variables measured in each location seasonally

| Stations      | July 2008                            |           |          |      | November 2008                        |           |          |      | February 2009                        |           |          |      | April 2009                           |           |          |      |
|---------------|--------------------------------------|-----------|----------|------|--------------------------------------|-----------|----------|------|--------------------------------------|-----------|----------|------|--------------------------------------|-----------|----------|------|
|               | O <sub>2</sub><br>mg l <sup>-1</sup> | T<br>(°C) | S<br>(‰) | pH   | O <sub>2</sub><br>mg l <sup>-1</sup> | T<br>(°C) | S<br>(‰) | pH   | O <sub>2</sub><br>mg l <sup>-1</sup> | T<br>(°C) | S<br>(‰) | pH   | O <sub>2</sub><br>mg l <sup>-1</sup> | T<br>(°C) | S<br>(‰) | pH   |
| Çanakkale     | 4.19                                 | 23.7      | 23.3     | 8.21 | 5                                    | 15.25     | 25.6     | 8.32 | 9.63                                 | 9.18      | 27.8     | 5.3  | 9.79                                 | 14.26     | 24.4     | 7.07 |
| Lapseki       | 3.68                                 | 24.57     | 22.6     | 8.15 | 3.34                                 | 15.7      | 24.6     | 8.25 | 9.65                                 | 9.31      | 27.4     | 6.4  | 8.72                                 | 13.68     | 23.6     | 6.85 |
| Gelibolu      | 5.58                                 | 25.03     | 22.8     | 8.33 | 5.56                                 | 16.17     | 25.5     | 8.51 | 9.61                                 | 8.87      | 27.6     | 7.48 | 8.13                                 | 13.1      | 24.3     | 6.5  |
| Kilya Inlet   | 8.46                                 | 26.77     | 23.1     | 8.53 | 5.9                                  | 16.3      | 25.7     | 8.55 | 9.25                                 | 9.24      | 26.5     | 7.55 | 7.95                                 | 13.5      | 23.3     | 6.48 |
| Eceabat       | 7.4                                  | 25.6      | 22.9     | 8.39 | 6.01                                 | 16.01     | 25.5     | 8.46 | 9.56                                 | 9.24      | 27.4     | 8.09 | 8.9                                  | 13.31     | 24.2     | 6.52 |
| Kilitbahir    | 5.16                                 | 25.1      | 23.1     | 8.31 | 5.68                                 | 16.37     | 25.6     | 8.33 | 9.2                                  | 9.12      | 27.6     | 8.79 | 8.9                                  | 13.23     | 24.3     | 7.05 |
| Kepez Harbour | 5.14                                 | 24.39     | 23.5     | 8.3  | 5.28                                 | 16.22     | 26.1     | 8.45 | 5.68                                 | 9.65      | 28.3     | 5.44 | 8.65                                 | 14.1      | 24.8     | 6.74 |
| Dardanos      | 6.49                                 | 24.36     | 28.1     | 8.44 | 5.83                                 | 16.07     | 30.5     | 8.7  | 7.94                                 | 9.61      | 28.3     | 5.13 | 8.04                                 | 15.75     | 28.6     | 6.88 |

**Sediment characteristics**

Sediment particle size analysis was carried out for the samples taken from each location. Particle diameter at the Çanakkale Strait, Kepez, Lapseki, Dardanos, Kilitbahir, Eceabat, Kilya Inlet and Gelibolu was 1.027 mm; 1.046 mm;

0.342 mm; 0.235 mm; 0.636 mm; 0.364 mm; 0.465 mm and 0.437 mm, respectively. The Anatolian coast had a mean particle size value of 0.663 mm and the European coast had a mean particle size value of 0.476 mm. Eceabat had the highest value of sand (99.59 %) while the lowest value was recorded at Kepez (73.01 %) (Table 3).

**Table 3.** Sediment characteristics of the sampling points

| Sampling points | Grain size (mm) | Sand content (%) | Mud (silt+clay) content (%) | Gravel (%) |
|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|------------|
| Gelibolu        | 0.636           | 93.22            | 0.44                        | 6.30       |
| Çanakkale       | 0.364           | 89.76            | 0.05                        | 10.19      |
| Eceabat         | 0.465           | 99.59            | 0.26                        | 0.15       |
| Kilya Inlet     | 0.437           | 91.64            | 0.19                        | 8.15       |
| Dardanos        | 0.342           | 98.91            | 0.77                        | 0.32       |
| Lapseki         | 1.027           | 97.23            | 0.09                        | 2.68       |
| Kilitbahir      | 1.046           | 83.11            | 0.13                        | 16.75      |
| Kepez           | 0.235           | 73.01            | 0.04                        | 26.96      |

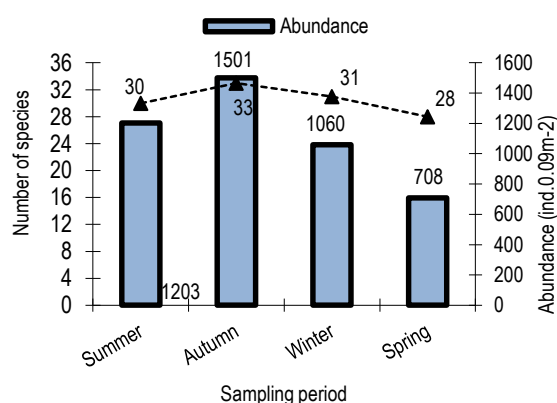
**Table 4.** Total abundance ( $\Sigma$ ), dominance ( $D_i\%$ ), and frequency of seasonal occurrence ( $f\%$ ) of gastropod species in the study area

| Species                                               | Abundance ( $\Sigma$ ) | %f  | %D <sub>i</sub> |
|-------------------------------------------------------|------------------------|-----|-----------------|
| <i>Alvania cimex</i> (Linnaeus, 1758)                 | 161                    | 100 | 3.60            |
| <i>Bela zonata</i> (Locard, 1892)                     | 26                     | 100 | 0.58            |
| <i>Bela nebula</i> (Montagu, 1803)                    | 19                     | 75  | 0.42            |
| <i>Bittium latreillii</i> (Payraudeau, 1826)          | 54                     | 100 | 1.21            |
| <i>Bittium reticulatum</i> (Da Costa, 1778)           | 733                    | 100 | 16.39           |
| <i>Bittium scabrum</i> (Olivi, 1792)                  | 514                    | 100 | 11.49           |
| <i>Caecum trachea</i> (Montagu, 1803)                 | 16                     | 75  | 0.36            |
| <i>Cerithium vulgatum</i> Bruguiere, 1792             | 17                     | 100 | 0.38            |
| <i>Cerithiopsis minima</i> (Brusina, 1865)            | 68                     | 100 | 1.52            |
| <i>Cerithiopsis tubercularis</i> (Montagu, 1803)      | 1                      | 25  | 0.02            |
| <i>Calyptera chinensis</i> (Linnaeus, 1758)           | 3                      | 25  | 0.07            |
| <i>Conus ventricosus</i> Gmelin, 1791                 | 1                      | 25  | 0.02            |
| <i>Clanculus cruciatus</i> (Linnaeus, 1758)           | 13                     | 100 | 0.29            |
| <i>Cyclope neritea</i> (Linnaeus, 1758)               | 139                    | 100 | 3.11            |
| <i>Epitonium clathrus</i> (Linnaeus, 1758)            | 16                     | 100 | 0.36            |
| <i>Euspira fusca</i> (Blainville, 1825)               | 3                      | 50  | 0.07            |
| <i>Gibbula adansonii adansonii</i> (Payraudeau, 1826) | 306                    | 100 | 6.84            |

|                                                     |     |     |       |
|-----------------------------------------------------|-----|-----|-------|
| <i>Gibbula albida</i> (Gmelin, 1791)                | 18  | 100 | 0.40  |
| <i>Gibbula divaricata</i> (Linnaeus, 1758)          | 49  | 100 | 1.10  |
| <i>Haminoea hydatis</i> (Linnaeus, 1758)            | 3   | 75  | 0.07  |
| <i>Jujubinus striatus striatus</i> (Linnaeus, 1758) | 21  | 100 | 0.47  |
| <i>Melarhaphes neritoides</i> (Linnaeus, 1758)      | 18  | 100 | 0.40  |
| <i>Mangelia costata</i> (Donovan, 1804)             | 4   | 50  | 0.09  |
| <i>Mitrella scripta</i> (Linnaeus, 1758)            | 1   | 25  | 0.02  |
| <i>Monophorus perversus</i> (Linnaeus, 1758)        | 23  | 100 | 0.51  |
| <i>Nassarius incrassatus</i> (Stroem, 1768)         | 9   | 75  | 0.20  |
| <i>Nassarius reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)       | 238 | 100 | 5.32  |
| <i>Ocenebra erinaceus</i> (Linnaeus, 1758)          | 75  | 100 | 1.68  |
| <i>Rapana venosa</i> (Valenciennes, 1846)           | 1   | 25  | 0.02  |
| <i>Retusa truncatula</i> (Bruguiere, 1792)          | 18  | 100 | 0.40  |
| <i>Rissoa membranacea</i> (J. Adams, 1800)          | 462 | 100 | 10.33 |
| <i>Rissoa splendida</i> Eichwald, 1830              | 920 | 100 | 20.57 |
| <i>Tomus subcarinatus</i> (Montagu, 1803)           | 84  | 100 | 1.88  |
| <i>Tricolia pullus pullus</i> (Linnaeus, 1758)      | 414 | 100 | 9.26  |
| <i>Truncatella subcylindrica</i> (Linnaeus, 1758)   | 18  | 100 | 0.40  |
| <i>Vexillum ebenus</i> (Lamarck, 1811)              | 6   | 100 | 0.13  |

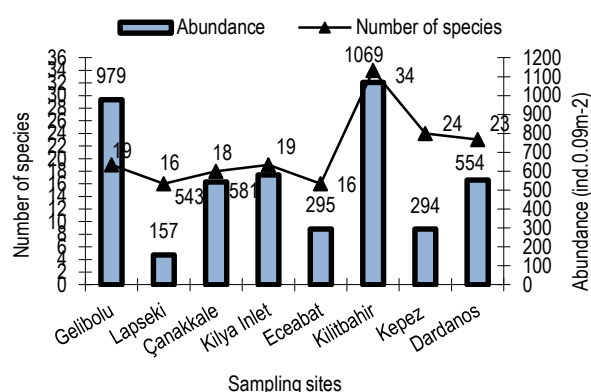
### Faunal Data

A total of 36 species and 4472 prosobranch gastropod specimens were collected on the soft bottoms at the Çanakkale Strait (Table 4). *Rissoa splendida* had the highest dominance value ( $Di\% = 20.57$ ) followed by the cerithiid *Bittium reticulatum* (16.39 %); the lowest dominance value (0.02 %) was shown by *Cerithiopsis tubercularis*, *Conus ventricosus*, *Mitrella scripta* and *Rapana venosa*. The highest number of specimens was found during autumn ( $n = 1501$ ) and the lowest during spring period ( $n = 708$ ) (Fig. 2).



**Figure 2.** The number of species and individual recorded during the sampling seasons

The highest total number of species and abundance (ind.m-2) was recorded at Kilitbahir site ( $S = 34$ ;  $n = 1069$  ind.m-2) while Lapseki location had the lowest values ( $S = 16$ ;  $n = 157$  ind.m-2) (Fig. 3).



**Figure 3.** The number of species and specimens found at the sampling points

Shannon-wiener diversity index ( $H'$ ) ranged from 1.16 to 1.48. The highest diversity values were in autumn ( $H' = 1.46$ ) and the lowest values were calculated in spring ( $H' = 1.38$ ). Regarding locations, the highest values were observed at Kilitbahir location ( $H' = 1.48$ ) while the lowest values were calculated at Lapseki and Eceabat locations ( $H' = 1.16$ ). The evenness index ranged from 0.94 to 0.98. Kepez location had the highest evenness value ( $J' = 0.97$ ) and the lowest value was at Kilya Inlet ( $J' = 0.94$ ) (Table 5).

**Table 5.** Diversity index values for the sampling periods

| Sampling periods | $H'$  | $J'$  |
|------------------|-------|-------|
| Summer           | 1.436 | 0.972 |
| Autumn           | 1.469 | 0.967 |
| Winter           | 1.449 | 0.972 |
| Spring           | 1.389 | 0.97  |

In Bray-Curtis similarity analysis based on the seasons, winter and summer showed the same similarity groups (88.65 %) (Figure 4).

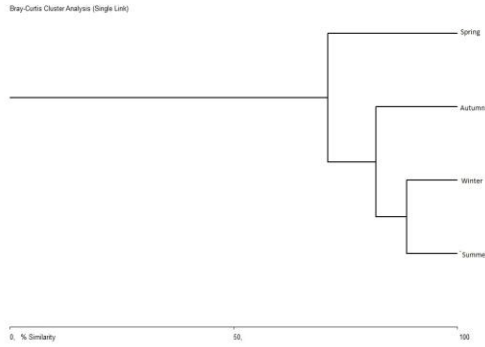


Figure 4. Results of Cluster Analysis based on the Bray-Curtis similarity index for the sampling periods

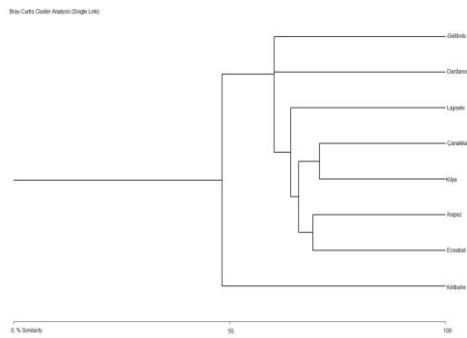


Figure 5. Results of Bray-Curtis Cluster Analysis for the sampling points

Çanakkale and Kilya Inlet sites were the most similar with a similarity value of 70.87 % (Figure 5).

According to the sampling depths (0.5 – 4 m) the highest number of individuals was recorded at 2 m in autumn (Figure 6).

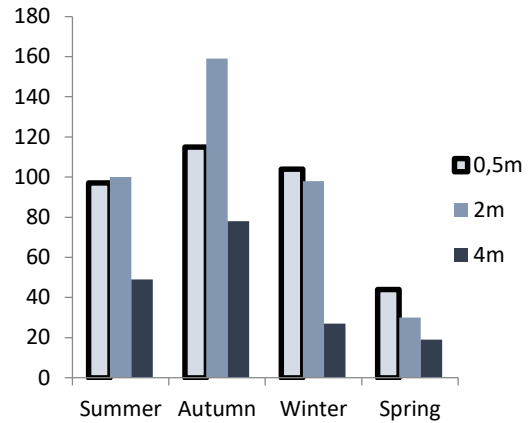


Figure 6. Total abundance at each sampling depth

According to the results of SIMPER Analysis, a total of six species (*Bittium reticulatum*, *Alvania cimex*, *Gibbula adansonii adansonii*, *Rissoa membranacea*, *Rissoa splendida*, *Tricola pullus pullus*) had an important degree in terms of the sampling location similarity (Table 6).

#### Correlation with environmental variables

The relationship between faunal data and environmental variables based on Spearman's rank correlation coefficient was given in Table 7.

Table 6. Results of SIMPER and ANOSIM analysis

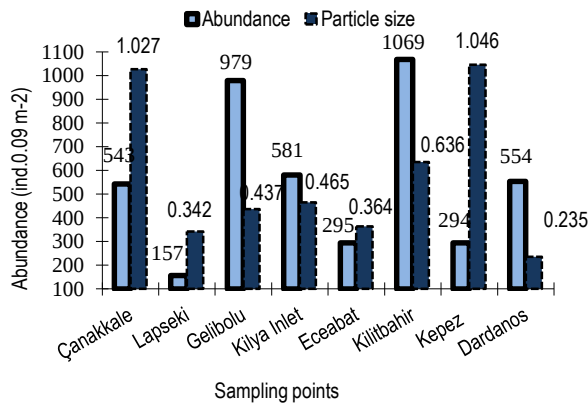
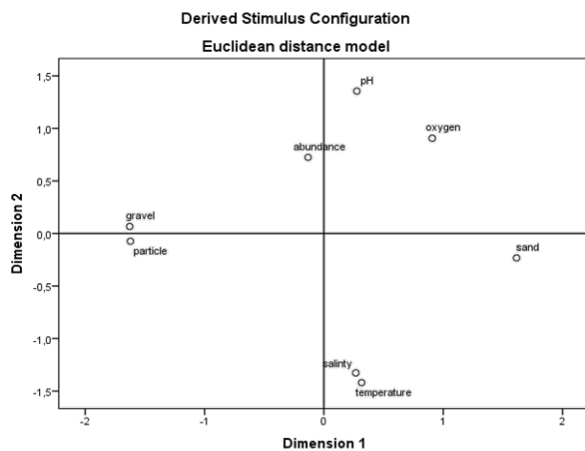
| Groups             | SIMPER                    |                                    |                  | One-Way ANOSIM |         |
|--------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------|----------------|---------|
|                    | Average Dissimilarity (%) | Discriminating species             | Contribution (%) | R value        | P value |
| Kepez- Gelibolu    | 67.5                      | <i>Rissoa membranacea</i>          | 23.87            | 1              | 0.030   |
|                    |                           | <i>Tricola pullus pullus</i>       | 14.16            |                |         |
| Çanakkale-Lapseki  | 66.21                     | <i>Rissoa splendida</i>            | 19.84            | 0.427          | 0.057   |
|                    |                           | <i>Gibbula adansonii adansonii</i> | 13.88            |                |         |
| Lapseki-Kilitbahir | 77.83                     | <i>Bittium reticulatum</i>         | 12.87            | 0.895          | 0.028   |
|                    |                           | <i>Alvania cimex</i>               | 10.25            |                |         |
| Gelibolu-Lapseki   | 76.28                     | <i>Rissoa membranacea</i>          | 27.02            | 0.833          | 0.029   |
|                    |                           | <i>Tricola pullus pullus</i>       | 16.31            |                |         |
| Kilya-Lapseki      | 63.85                     | <i>Rissoa splendida</i>            | 24.45            | 0.354          | 0.082   |
|                    |                           | <i>Bittium reticulatum</i>         | 10.98            |                |         |
| Eceabat-Kilitbahir | 68.38                     | <i>Bittium reticulatum</i>         | 9.76             | 0.833          | 0.024   |
|                    |                           | <i>Alvania cimex</i>               | 9.25             |                |         |
| Dardanos-Lapseki   | 68.86                     | <i>Tricola pullus pullus</i>       | 20.05            | 0.760          | 0.025   |
|                    |                           | <i>Rissoa splendida</i>            | 12.44            |                |         |

**Table 7.** The results of Spearman's rank correlation coefficient

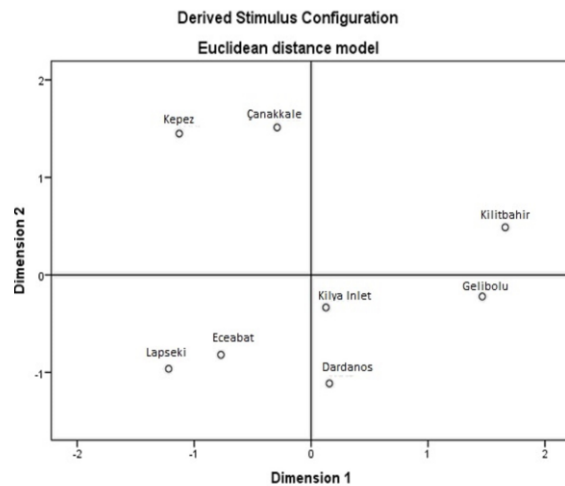
|               | oxygen | abundance | species | pH     | particle size | temperature | salinity |
|---------------|--------|-----------|---------|--------|---------------|-------------|----------|
| oxygen        | 1      | 0.524     | -0.193  | -0.095 | .786*         | -0.595      | -0.548   |
| abundance     | 0.524  | 1         | 0.542   | 0.095  | 0.503         | -0.214      | 0.095    |
| species       | -0.193 | 0.542     | 1       | 0.41   | 0             | -0.024      | .747*    |
| pH            | .786*  | 0.503     | 0       | -0.086 | 1             | -0.589      | -0.54    |
| particle size | -0.095 | 0.095     | 0.41    | 1      | -0.086        | -0.286      | 0.238    |
| temperature   | -0.595 | -0.214    | -0.024  | -0.286 | -0.589        | 1           | 0.095    |
| salinity      | -0.548 | 0.095     | .747*   | 0.238  | -0.54         | 0.095       | 1        |

\*. Correlation is significant at the 0.05 level . \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level

The correlation between number of species versus salinity was positive and significantly important ( $r_s = 0.78$ ;  $P < 0.05$ ). A positive correlation between number of species and pH ( $r_s = 0.041$ ;  $P < 0.05$ ) was found. However, the correlation between temperature and number of species was negative ( $r_s = -0.02$ ;  $P < 0.05$ ). According to the Spearman's correlation coefficient, the correlation between the particle size ( $\mu\text{m}$ ) and abundance was positive and relatively high ( $r_s = 0.52$ ;  $P < 0.05$ ) (Fig. 7), but the correlation between particle size ( $\mu\text{m}$ ) and the species number was very low ( $r_s = 0.09$ ;  $P < 0.05$ ).

**Figure 7.** Particle size and abundance for the sampling points**Figure 8.** Multidimensional scaling plot showing the similarity among the biological factors

The correlation between the sand content (%) and total abundance was positive ( $r_s = 0.45$ ;  $P < 0.05$ ), whereas the gravel content and abundance was negative ( $r_s = -0.44$ ;  $P < 0.05$ ). Chi-square test results showed that the depth was important on the abundance of the species occurrence ( $P = 0.00$ ,  $P < 0.05$ ). According to the results of the MDS analysis, abundance had a positive correlation with temperature and salinity. DO and pH were related among themselves. Particle size was negatively correlated with abundance (Fig. 8-9).

**Figure 9.** Multidimensional scaling plot showing the similarity among the sampling points

## DISCUSSION

Ecological studies are difficult to carry out in marine areas because of the complexity of factors, environmental and anthropogenic, that dominate the ecosystem. These factors cause pressure on benthic communities in several functions, for example, some species can be disturbed and cannot develop naturally, impose an opportunistic behavior and become less competitive (Glemarec, 1993). The distribution of populations in marine ecosystems is dependent on the environmental factors such as temperature, salinity, and sediment characteristics (Afli et al., 2008). Molluscs are used as indicators to compare the differences between ecosystems and they play important roles on the benthic biota (Zenetos, 1996). Soft bottom benthic habitats can be classified based on

the community diversity index as bad ( $0 < H' \leq 1.5$ ), poor ( $1.5 < H' \leq 3$ ), moderate ( $3 < H' \leq 4$ ), good ( $4 < H' \leq 5$ ) and high ( $H' > 5$ ) (Simboura and Zenetos, 2002). In a study, Koutsoubas et al. (2000) found that the diversity index ( $H'$ ) values in Giolova Lagoon (southwestern Greece) changed between 0.75 and 2.35. In their study, they have reported 18 gastropoda species in which *Gibbula adansonii*, *Gibbula divaricata*, *Cerithium vulgatum*, *Bittium reticulatum*, *Cyclope neritea* and *Nassarius incrassatus* also showed distribution in our study. Dimitriadis and Koutsoubas (2008) recorded a diversity index ( $H'$ ) of 1.50 in Gera Gulf of Lesbos and they have reported 45 gastropod species. Albayrak et al., (2007) reported  $H'$  values as 2.5-5 in Edremit Bay. In the present study, unlike the ones mentioned above the diversity index was low ( $H' = 1.35 - 1.50$ ). Therefore, according to the above classification our sampling locations can be considered as "poor".

Relationship between the distribution of benthic communities on/in soft bottoms and sediment characteristics has been studied for decades (Lu, 2005). Physical unrest and chemical contamination in sediment may have higher effects on macrobenthic community structure than sediment characteristics at coastal waters (Gray, 1997; Snelgrove et al., 1997). The distribution of macrobenthic communities in marine ecosystems is highly correlated with the type of sediment, which is related to a wider set of environmental conditions (Hoey, 2004). In the present study, particle size distribution of the sediment and the species number showed low correlation ( $r_s = 0.52$ ;  $P < 0.05$ ). On the contrary, Albayrak et al., (2007) determined a positive correlation between particle size and number of individuals as well as number of species from Edremit Bay (the northeastern Aegean Sea). This could be attributed to the substrate characteristics and hydrodynamic forces leading to the benthic community structure in the shallow waters of the Aegean Sea (Albayrak et al., 2007).

Rueda et al. (2008) found high number of species of *Jujubinus striatus* ( $N = 173$ ) at a sampling point with a mud content of 13.4 %. Argyrou et al. (1999) recorded 11 gastropoda species in a 95 % sandy bottom. *Cerithium vulgatum*, *Conus ventricosus* and *Bela nebula* were also found in this study. Lourido et al. (2006) studied the molluscan assemblages of soft bottom in the Ria de Aldan (the northwestern Spain) and recorded the mean sand content as 86.5 % for a depth of 4 m. Moreover, same authors reported the mean species number as 29. Similar to their study, *Caecum trachea*, *Nassarius reticulatus*, *Bittium reticulatum* also showed distribution according to the sediment characteristics in the present study. In a study, Koutsoubas et al. (2000) found a total number of 60 gastropoda species at 40 m depth in the Cretan Sea (the eastern Mediterranean) and they stated that *Bittium reticulatum*, *Calyptera chinensis*, *Euspira fusca* and *Retusa truncatula* occurred in dense abundances at 40 m depth. In the present study these species were also recorded from the coastal waters of Çanakkale Strait.

Dimitriadis and Koutsoubas (2008) performed a study on the molluscs of Gera Bay (Lesbos, the northeast Aegean

Sea) and recorded a total of 45 gastropod species. Albayrak et al. (2007) reported a total of 13 species of molluscs in Edremit Bay (the northeastern Aegean Sea). Çınar et al. (2008) carried out a study on macrobenthos of Alsancak Harbour, İzmir Bay (the eastern Aegean Sea) and found totally 62 species of molluscs from the area. Recently, Bitlis et al. (2010) reported 62 species belonging to gastropods in the Sea of Marmara coast. *Bittium scabrum* was the dominant species ( $Di \% = 27$ ) in the study (Bitlis et al., 2010). Dogan et al. (2005) found a total of 6 gastropod species on the soft bottoms of İzmir Bay (the eastern Aegean Sea). We found *Calyptera chinensis*, *Monophorus perversus* and *Cyclope neritea* in our study and these species were also reported by Dogan et al., (2005). Çınar et al., (2012) conducted a seasonal study between the depths of 19 m and 67 m in İzmir Bay and they recorded 68 gastropoda species. Palaz and Colakoglu (2009) studied macrozoobenthic diversity in the Çanakkale Strait and reported only *B. reticulatum* and *C. neritea* in their study. Aslan-Cihangir and Ovalis (2013) conducted a study in the Çanakkale Strait between the depths of 10m and 83 m and recorded 191 gastropoda species. Additionally, *Bittium reticulatum* had the highest number of individuals in the same study. During this study, a total of 36 species and 4472 individuals belonging to gastropoda were found from the Çanakkale Strait coastal waters.

The community structure of molluscs can be influenced by biological and physicochemical factors. The factors such as sediment particle size, salinity, pH, depth, nutrients, food sources, and pollution affect the community structure (Rumisha et al., 2012).

In this study *Rissoa splendida* was found to be the most abundant species and it was followed by *Bittium reticulatum* ( $Di \% = 16.39$ ). Dense population of *R. splendida* and *B. reticulatum* were presented in previous works (Öztürk, 2001; Albayrak et al., 2007; Çulha et al., 2007; Mutlu and Ergev, 2008; Bitlis et al., 2010; Çulha et al., 2010; Aslan-Cihangir and Ovalis 2013) carried out on the Turkish coasts.

Rueda and Salas (2003) indicated that *Jujubinus striatus* ( $Di \% = 30.15$ ), *Tricolia pullus* ( $Di \% = 14.41$ ) and *Nassarius incrassatus* ( $Di \% = 0.72$ ) were dense in *Caulerpa prolifera* meadows. Yet, we noted that this species created a dense population on the soft bottoms as well. *Jujubinus striatus* generally prefers *Zostera marina* meadows (Rueda et al., 2001). Arrayo et al., (2006) found dense populations ( $Di \% = 71.8$ ) of *Jujubinus striatus* in *Z. marina* beds at the depth of 14-16 m Alboran Sea (the southern Spain). In the present study, we recorded a 0.47% dominance value of *J. striatus*. Recently, Moreira et al., (2010) reported 4 species of Rissoidae and Trochidae in subtidal sandy sediments of Iberian Peninsula. In this study, we recorded 5 species from Trochidae and 4 species from Rissoidae.

Studies showed that changes in salinity and temperature may affect the community structure as well as species diversity.

According to Albayrak et al., (2007) the salinity values were between 37.7 ppt and 37.9 ppt at the depths of 1-20 m in Edremit Bay. In the same study temperature values were measured between 18.8 and 1.6 °C. Dogan et al., (2005) noted that salinity and temperature values were between 32.1 and 39.8 ppt and between 12 and 25.1 °C, respectively for İzmir Bay (the eastern Aegean Sea). Recently, Albayrak et al., (2010) found salinity levels as 22-25 ppt at 1-10 m depths of the Sea of Marmara. In our study area, we determined quite similar measurement values regarding salinity and temperature to Albayrak et al., (2010).

The Çanakkale Strait plays an important role in the water mass exchange through the Aegean –Black Sea System. The dynamics of the Çanakkale Strait depend on the turbulent friction (Kanarska and Maderich, 2008) and the area is swept by currents, the soft bottoms may contain some small

aggregates of stones, or pebbles, which function as a substrate for the species found in the sampling area.

Our data was very scarce in terms of gastropod fauna of the area since the sampling depths were quite shallow. However, this study has made a contribution in terms of community structure and species composition on soft-bottoms of the shallow waters of the Çanakkale Strait which has not been studied previously. Moreover, in this study the relationships between the community structure and the environmental variables were also presented which in turn may have significant effects on species diversity.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The material of this study was obtained by the financial support of Scientific and Technological Research Council of Turkey CAYDAG 107Y332 code Project.

## REFERENCES

- Afli, A., Ayari, R. & Zaabi, S. (2008). Ecological quality of some Tunisian coast and lagoon locations, by using benthic community parameters and biotic indices. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80, pp: 269-280  
doi: [10.1016/j.ecss.2008.08.010](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.08.010)
- Albayrak, S., Balkis, H., Zenetos, A., Kurun, A. & Kubanç, C. (2006). Ecological quality status of coastal benthic ecosystems in the Sea of Marmara. *Marine Pollution Bulletin*, 52:790-799  
doi: [10.1016/j.marpolbul.2005.11.022](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.11.022)
- Albayrak, S., Balkis, H. & Çınar, M.E. (2007). Shallow-water soft bottom macrozoobenthic communities from Edremit Bay (NE Aegean Sea). *Belgian Journal of Zoology*, 137(2): 127-132.
- Albayrak, S. & Çağlar, S. (2010). Three Bivalve Species New To The Turkish Levantine Sea, *IJFS Journal of Biology*, 69: 107-110.
- Argyrou, M., Demetropoulos, A. & Hadjichristophorou, M. (1999). Expansion of the Macroalga *Caulerpa racemosa* and Changes in Softbottom Macrofaunal Assemblages in Moni Bay, Cyprus. *Oceanologica Acta*, 22(5): 517-528. doi: [10.1016/S0399-1784\(00\)87684-7](https://doi.org/10.1016/S0399-1784(00)87684-7)
- Arrayo, M.C., Salas, C., Rueda, J.L. & Gofas, S. (2006). Temporal changes of mollusc populations from a *Zostera marina* bed in Southern Spain (Alboran Sea), with Biogeographic Considerations. *Marine Ecology*, 27: 417-430 doi: [10.1111/j.1439-0485.2006.00117.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2006.00117.x)
- Aslan-Cihangir, H. & Ovalis, P. (2013). Seasonal variations and structure of the molluscan assemblage in the Çanakkale Strait (Turkey). *Acta zoologica Bulgarica*, 65 (2): 233-250.
- Barash, A. & Danin, Z. (1992). Fauna Palestina, Mollusca I, Annotated list of Mediterranean Molluscs of Israel and Sinai, The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem, 405p.
- Bitlis, B., Öztürk, B., Doğan, A. & Önen, M. (2010). Marmara Denizi kıyılarında dağılım gösteren bazı mollusca türlerinin sistematik ve ekolojik özellikleri. *Marmara Denizi Sempozyumu*, 253-265 p.
- Bouchet, P. & Rocroi, J.P. (2005). Classification and Nomenclature of Gastropod Families. *Malacologia* 47(1-2): 1-397.
- Buchanan, J.B. (1984). Sediment analysis. In: (eds. N.A. Holme & A.D. McIntyre) methods for the study of marine benthos 2nd ed. Blackwell, Oxford, 41-65.
- Butakov, E. A., Chuchin, V. D., Cherkasova, M. B. & Lelekov, S.G. (1997). Determinator of Gastropoda of the Black Sea. IBSS, NASU, Sevastopol, 127 p.
- Cachia, C., Misfud, C. & Sammut, P.M. (1996). The Marine Mollusca of the Maltase Islands, Part. 2, Neotaenioglossa, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 1-228 p.
- Cachia, C., Misfud, C. & Sammut, P.M. (2001). The Marine Mollusca of the Maltase Islands, Part. 3, Sub-class Prosobranchia to sub-class Pulmonata, order Basommatophora, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 266 p.
- Çınar, M.E., Katagan, T., Öztürk, B., Egemen, Ö., Ergen, Z., Önen, M., Kirkim, F., Bakır, K., Kurt, G. & Dagli, E. (2006). Temporal Changes of Soft-bottom Zoobenthic Communities in and Around Alsancak Harbor (İzmir Bay, Aegean Sea), With Special Attention to the Autecology of Exotic Species. *Marine Ecology*, 27(3): 229-246 doi: [10.1111/j.1439-0485.2006.00102.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2006.00102.x)
- Çınar, M.E., Katagan, T., Öztürk, B., Bakır, K., Dagli, E., Açık, S., Dogan, A. & Bitlis, B. (2012). Spatio-temporal distributions of zoobenthos in soft substratum of İzmir Bay (Aegean Sea, eastern Mediterranean), with special emphasis on alien species and ecological quality status. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(7): 1457-1477 doi: [10.1017/S0025315412000264](https://doi.org/10.1017/S0025315412000264).
- Çulha, M., Bat, L. & Türk Çulha, S. (2007). On The Presence of *Melarhaphe neritoides* (Linnaeus, 1758) (Prosobranchia, Gastropoda, Mollusca) In the Sinop Peninsula (Central Black Sea, Turkey). *Journal of Applied Biological Sciences*, 1(2): 41-43.
- Dimitriadis, C. & Koutsoubas, D. (2008). Community properties of benthic molluscs as indicators of environmental stress induced by organic enrichment. *Journal of Natural History* 42(5-8): 559-574  
doi: [10.1080/00222930701835530](https://doi.org/10.1080/00222930701835530)
- Doğan, A., Çınar, M.E., Önen, M., Ergen, Z. & Katağan, T. (2005). Seasonal Dynamic of Soft Bottom Zoobenthic Communities in Polluted and Unpolluted Areas of İzmir Bay (Aegean Sea). *Senckenbergiana maritima*, 35(1): 133-145.
- Feld, C. K. & Hering, D. (2007). Community structure or function: effects of environmental stress on benthic macroinvertebrates at different spatial scales. *Freshwater Biol* 52: 1380-1399  
doi: [10.1111/j.1365-2427.2007.01749.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2007.01749.x)
- Glamarec, M. (1973). The benthic communities of European North Atlantic continental shelf. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 11, 263-289.
- Graham, A. (1971). British Prosobranch and other Operculate Gastropod Molluscs, Academic Press, 112 p.
- Gray, J.S. (1981). The ecology of marine sediments. Cambridge University Press. Cambridge.
- Grillo, M.C.G., Ventura, C.R., DA & Silva S.G.H. (1998). Spatial distribution of bivalvia (Mollusca) in the soft-bottoms of Ilha Grande Bay, Rio de Jenerio, Brazil *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46: 19-31.

- Hoey, G. V., Degraer, S. & Vincks, M. (2004). Macrobenthic community structure of soft bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 59: 599-613. doi:10.1016/j.ecss.2003.11.005
- Huston, M.A. (1994). Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press, Cambridge.
- Kanarska, Y. & Maderich, M. (2008). Modelling of seasonal exchange flows through the Çanakkale Strait. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79: 449-458 doi:10.1016/j.ecss.2008.04.019
- Kelaker, B.P. & Levinton, J.S. (2003). Variation in detrital enrichment causes spatio-temporal variation in soft sediment assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 261: 85-97.
- Koutsoubas, D., Arvanitidis, C., Dounas, C. & Drummond, L. (2000). Community structure and dynamics of the Molluscan Fauna in a Mediterranean lagoon (Giolova lagoon, SW Greece). *Belgian Journal of Zoology*, 130 (1): 131-138.
- Koutsoubas, D., Tselepides, A. & Eleftheriou, A. (2000). Deep Sea Molluscan Fauna of the Cretan Sea (Eastern Mediterranean): Faunal, Ecological and Zoogeographical Remarks. *Senckenbergiana maritima*, 30(3/6): 85-98.
- Lourido, A., Gestoso, L. & Troncoso, J.S. (2006). Assemblages of the Molluscan Fauna in Subtidal Soft Bottoms of the Ria de Aldán (North-western Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 86: 129-140.
- Lu, L. (2005). The relationship between soft-bottom macrobenthic communities and environmental variables in Singaporean waters. *Marine Pollution Bulletin* 51(8-12): 1034-1040. doi: 10.1016/j.marpolbul.2005.02.013
- Moreira, J., Aldea, C. & Troncoso, J.S. (2010). Temporal Dynamics of Gastropod Fauna on Subtidal Sandy Sediments of the Ensenada de Baiona (NW Iberian Peninsula). *Helgol Mar Res* 64: 311-320 doi: 10.1007/s10152-009-0186-3
- Mutlu, E. & Ergev, M.B., (2008). Spatio-temporal Distribution of Soft-bottom Epibenthic Fauna on the Cilician Shelf (Turkey), Mediterranean Sea. *Revista de Biología Tropical* 56 (4): 1919-1946.
- Nordsieck, F. (1977). The genus *Bittium* LEACH, 1847, in the European Seas, pp: 6-9.
- Öztürk, B. (2001). Turridae Swainson, 1840 Species (Gastropoda-Mollusca) of İzmir Bay (Aegean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 25: 53-56.
- Palaz, M. & Colakoglu, S. (2009). Macrozoobenthic diversity of the Çanakkale Strait. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 8 (11): 2341-2344.
- Pielou, E.C. (1975). Ecological diversity. A Wiley-Inter Science Publication, London.
- Rueda, J.L., Fernández-Casado, M., Salas, C. & Gofas, S. (2001). Seasonality in a Taxocenosis of Molluscs From Soft Bottoms in the Bay of Cádiz (Southern Spain). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81(6): 903-912.
- Rueda, J.L. & Salas, C. (2003). Seasonal Variation of a Molluscan Assemblage Living in a *Caulerpa prolifera* Meadow within the Inner Bay of Cádiz (SW Spain). *Estuarine Coastal Shelf Science*, 57 (5): 909-918.
- Rueda, J.L., Marina, P., Salas, C., Urrea, J. (2008). *Jujubinus striatus* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Trochidae) From a Deep *Zostera marina* Bed in Southern Spain (Alboran Sea): Aspects of Ecology and Biology. *Journal of Molluscan Studies*, 74 (4): 345-354.
- Rumisha, C., Elskens, M., Leemakers, M. & Kochzius, M. (2012). Trace metal pollution and its influence on the community structure of soft bottom molluscs in intertidal areas of the Dar es Salaam coast, Tanzania. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 521- 531. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.12.025
- Sabelli, B., Giannuzzi-Savelli, R. & Bedulli, D. (1992). Catalogo Annotato dei Molluschi Marini del Mediterraneo, Vol 2. *Libreria Naturalistica Bolognese, Bologna*, 150 p.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1963). The Mathematical Theory of Communications. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, 117 p.
- Simboura, N. & Zenetos, A. (2002). Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottoms marine ecosystems, including a new biotic index. *Mediterranean Marine Science* 3(2): 77-111. doi: 10.12681/mms.249
- Snelgrove, P.V.R. (1998). The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity Conservation*. 7(9): 1123-1132. doi:10.1023/A:1008867313340
- Taylor, J. D., Noel, J., Morris & Taylor, C.N. (1980). Food specialization and the evolution of predatory prosobranch gastropods. *Palaentology*, Vol. 23(2): 375-409.
- Zenetos, A. (1996). FAUNA GRAECIAE VII. The marine Bivalvia (Mollusca) of Greece. *Hellenic Zoological Society and NCMR*, Athens: NCMR.



ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

## Kuzey Ege Denizi'nde kupes uzatma ağlarında hedef dışı av olarak yakalanan bazı balık türlerinin seçiciliği

### Selectivity of some fish species caught as bycatch by bogue gillnets around North Aegean Sea

Gökhan Subakan • Alkan Öztekin • İsmail Burak Daban\* • Adnan Ayaz

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 17100, Merkez, Çanakkale, Türkiye

\* Corresponding author: [burakdaban@comu.edu.tr](mailto:burakdaban@comu.edu.tr)

Received date: 11.10.2016

Accepted date: 09.01.2017

#### How to cite this paper:

Subakan, G., Öztekin, A., Daban İ.B. & Ayaz, A. (2017). Selectivity of some fish species caught as bycatch by bogue gillnets around North Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 103-110. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.14

**Öz:** Bu çalışmada 20, 22, 23 ve 25 mm ağ göz genişliğine sahip kupes uzatma ağlarından yakalanan Melanur (*Oblada melanura*), Karagöz (*Diplodus vulgaris*), İsparoz (*Diplodus annularis*) ve Sarıkuyruk İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) türlerinin uzatma ağı seçiciliği belirlenmiştir. Balıkçılık denemeleri Mart 2008 - Şubat 2010 tarihleri arasında Kuzey Ege Denizi'nde gerçekleştirilmiştir. Seçicilik parametreleri SELECT metodu kullanılarak tahmin edilmiştir. En uygun seçicilik modelinin melanur (*O. melanura*) ve isparoz (*D. annularis*) için log-normal, sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) ve karagöz (*D. vulgaris*) için ise bi-modal olduğu belirlenmiştir. 20, 22, 23 ve 25 mm ağ göz genişliğinde optimum yakalama boyları sırası ile İsparoz (*D. annularis*) için 11.15, 12.27, 12.83 ve 13.94 cm, Karagöz (*D. vulgaris*) için 11.26, 12.39, 12.95 ve 14.08 cm, Melanur (*O. melanura*) için 15.3, 16.83, 17.59 ve 19.12 cm ve sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) için 26.68, 29.35, 30.68 ve 33.35 cm olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Kuzey Ege Denizi'nde kupes avcılığında kullanılan uzatma ağlarında 23 mm ağ gözü genişliğinden daha büyüğünün kullanımının sürdürülebilir avcılık açısından önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Uzatma ağı seçiciliği, select metodu, melanur, karagöz, isparoz, sarıkuyruk istavrit

**Abstract:** In this study, gillnet selectivity of saddled seabream (*Oblada melanura*), common two-banded seabream (*Diplodus vulgaris*), annular seabream (*Diplodus annularis*) and Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) which were caught by bogue gillnets with 20, 22, 23 and 25 mm mesh size (nominal bar length) have been determined. Fishing trials were carried out in North Aegean Sea from March 2008 to February 2010. Selectivity parameters were estimated using the Select method. Most suitable selectivity models were calculated as log-normal for saddled seabream (*O. melanura*) and annular seabream (*D. annularis*), bi-modal for Mediterranean horse mackerel (*T. mediterraneus*) and common two-banded seabream (*D. vulgaris*). Optimum catch lengths for 20, 22, 23 and 25 mm mesh size were 11.15, 12.27, 12.83 and 13.94 cm for annular seabream (*D. annularis*), 11.26, 12.39, 12.95 and 14.08 cm for common two-banded seabream (*D. vulgaris*), 15.3, 16.83, 17.59 and 19.12 cm for saddled seabream (*O. melanura*) and 26.68, 29.35, 30.68 and 33.35 cm for Mediterranean horse mackerel (*T. mediterraneus*), respectively. These findings may help us to understand that using higher than 23 mm stretched mesh size with gillnets which have been used for commercial bogue fisheries around north Aegean Sea is important for sustainability of fisheries.

**Keywords:** Gillnet selectivity, select method, saddled seabream, common two-banded seabream, annular seabream, mediterranean horse mackerel

## GİRİŞ

Ege Denizinde kıta sahanlığının dar olması ve özel konumundan dolayı daha çok kıyı balıkçılığı üzerinde yoğunlaşmıştır (Kınacıgil ve İlyaz, 1997). Kıyı balıkçılığı içinde önemli yer tutan uzatma ağları, Ege Bölgesi balıkçılığı için sosyo-ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir. Ege Denizi su ürünleri avcılığı üretim miktarları incelendiğinde kupes (*Boops boops*) en fazla avlanan üçüncü tür olup 2000 ton üzerinde avcılığı gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2015). Bunun yanında bu çalışmada ele alınan hedef dışı türler de Ege Denizi balıkçılığına ekonomik anlamda önemli katkı sağlamaktadır. Trol yasağı bulunan Saroz Körfezi, Gökçeada, Bozcaada ve

Gelibolu yarımadası ülkemizde uzatma ağı avcılığının yoğun olarak yapıldığı yerlerdir.

Cucin ve Regier (1966) balıkçılık istatistiği verilerinden yönetsel tahminlerin doğru yapılabilmesinin tek yolunun ancak ilgili av aracının boy seçiciliğinin bilinmesine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Uzatma ağlarının seçicilik özelliklerinin anlaşılabilmesi için en önemli faktörler avlanan balık miktarları, birim av başına düşen çabanın tespiti ve avcılık boy yasaklarının değerlendirilmesidir. Uzatma ağları ağ göz genişliğinin hedef türün morfolojisine göre ayarlanabilmesinden dolayı hedef türlerin istenilen boy aralığında yakalanmasını

sağlar, daha küçük ve büyük boyda bireylerin yakalanma olasılığını azaltır (Trent ve Pristas, 1976).

Uzatma ağlarında seçicilik üzerine Ege Denizi'nde yapılmış çalışmalar incelendiğinde; Metin vd. (1998) İzmir Körfezi'nde 18, 20 ve 22 mm ağ göz genişliğinde sade dip ağları ile, Ayaz vd. (2010) Gelibolu Yarımadası'nda 18, 20 ve 22 mm ağ göz genişliğinde galsama ağlarının 3 farklı donam faktöründe isparoz (*Diplodus annularis*) seçiciliğine olan etkisini tespit etmişlerdir. Stergiou ve Erzini (2002) Ege Denizi'nde (Cyclades) 22, 24, 26 ve 28 mm ağ göz genişliğinde sade ağlar kullanarak karagöz (*Diplodus vulgaris*) ve isparoz (*Diplodus annularis*) türlerinin seçicilik parametrelerini belirlemişlerdir. Uzatma ağlarında sarıkuyruk istavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve melanur (*Obloda melanura*) türleri üzerine yapılmış bir seçicilik çalışmasına rastlanılmamıştır.

Farklı balık türlerinin farklı vücut morfolojisine sahip olması av araçlarının seçiciliğinin belirlenmesinde birtakım problemler meydana getirmektedir. Uzatma ağları seçiciliğinde aynı büyüklükteki ağ gözlerinin aynı boyda fakat farklı türlerde balıkları yakaladığı bilinmektedir (Kurkilathi vd., 2002). Özellikle Akdeniz havzası gibi çok türlü ekosistemlerde uzatma ağlarında yakalanan tür sayısı çok olmakta, bilimsel çalışmalar ilgili ağın hedef türüne yönelik iyileştirmeleri kapsamakta fakat birlikte yakalanan hedef tür dışındaki türler göz önünde bulundurulmamaktadır. Kuzey Ege Denizi'nde de yaygın olarak yapılan voli avcılığında kupes türü dışında ekonomik değere sahip olmasına karşın yakalanması hedeflenmeyen ve tesadüfen ağlara yakalanan başta melanur (*O.melanura*) olmak üzere istavrit (*T.mediterraneus*), isparoz (*D.annularis*) ve karagöz (*D.vulgaris*) balıkları da ağlara önemli miktarda yakalanmaktadır.

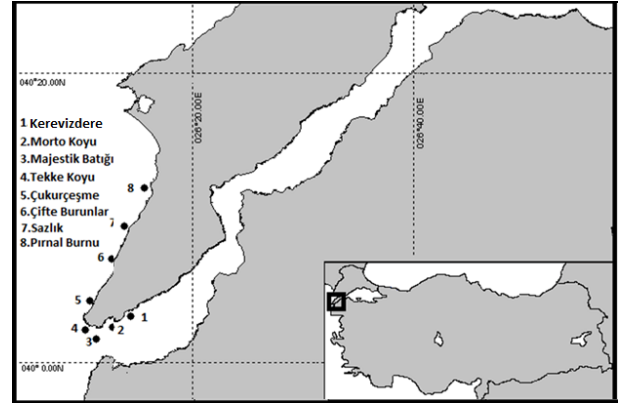
Bu çalışmada, 20, 22, 23 ve 25 mm ağ göz genişliğindeki kupes avcılığına özgü uzatma ağlarında önemli derecede yakalanan melanur (*O.melanura*), karagöz (*D.vulgaris*), isparoz (*D.annularis*) ve sarıkuyruk istavrit (*T.mediterraneus*) balıklarının boy seçiciliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Denemeler, Mart 2008 - Şubat 2010 tarihleri arasında Çanakkale Boğazı'nda 3 ve kuzey Ege Denizi'nde 5 istasyonda yürütülmüştür (Şekil 1). Çanakkale Boğazı'nda ki 3 istasyonda su derinliği 20-30 m arası diğer 5 istasyonda ise 5-10 m arasındadır.

Çalışmada 20, 22, 23 ve 25 mm göz genişliğinde 100 göz derinliğinde 210d/3 numara ip kalınlığında 0.5 donam faktörü ile donatılmış sade galsama ağları kullanılmıştır. Örnekler toplam 80 avcılık operasyonu sonrasında temin edilmiştir. Çalışma bölgesinin 1, 2 ve 3. istasyonlarında Çanakkale boğazının akıntı sistemi çok etkili olduğu için ağlar Karadeniz'den gelen yüzey akıntısının altına indirilerek kullanılmıştır. Kış sezonunda Karadeniz akıntı katmanının altında yer alan Ege denizi akıntı katmanı hem yavaş hem de daha sıcak olmaktadır (Beşiktepe vd., 1994). Bundan dolayı balıklar kış sezonunda daha sıcak olduğu için bu katmanda

daha fazla bulunmaktadır. Bunun yanında bu bölgede yüzey akıntısına göre dip akıntı hızı oldukça yavaş olduğu için ağır operasyon esnasında sürüklenmemektedir. Dolayısıyla, kış sezonunda daha derin olan bu üç istasyon kullanılmıştır. Bu istasyonlarda su derinliği 20-30 m arasında yer almaktadır. Diğer istasyonlar ise 5 - 10 m derinliğe sahiptir ve boğaz akıntısından etkilenmemektedir. Bu istasyonlarda kış mevsiminde sular oldukça soğuduğu için bahar ve yaz aylarında operasyonlar yapılmıştır.



Şekil 1. Örnekleme sahası ve çalışma istasyonları  
Figure 1. Survey area and sampling stations

Operasyonlar gece yürütülmüş ve voli yöntemi uygulanmıştır. Ay olmayan gecelerde siğ sularda yakamoz yardımıyla, derin sularda ise balık bulucu cihaz (Ecosounder) yardımı ile balıkların yerleri tespit edilerek operasyonlar gerçekleştirilmiştir. Ay olan gecelerde de balık olduğu düşünülen bölgeler ağlar ile çevrilerek av operasyonları gerçekleştirilmiştir. Voli yönteminde ağlar denize indirilirken iki taraftaki uç kısımlarına balıkların kolay bir şekilde yakalanmasını sağlamak amacıyla kuzuluk şekli verilmiştir. Ağlar denize indirildikten sonra tekne mümkün olduğunca kıyıya yaklaşmış, tekne ışıkları yakıldıktan sonra labut yardımı ile balıklar korkutularak ağa doğru yönlendirilmeleri sağlanmıştır. Operasyonların ardından ağlar güverteye alınır alınmaz balıklar ağlardan kurtarılmış ve ağ göz genişliğine göre sınıflandırılmıştır. Boy ölçümleri 1 mm hassasiyetindeki ölçüm tahtası kullanılarak ölçülmüş ve boy ölçümleri cm biriminde verilmiş, ağırlık ölçümleri ise 1 gr hassasiyetli terazi ile tartılarak yapılmıştır.

Uzatma ağların seçiciliğinin belirlenmesinde Millar (1992), Millar ve Holts'un (1997) ve Millar ve Frayer'in (1999) geliştirdikleri SELECT (Share Each Lengthclass Catch Total) metot kullanılmıştır. Bu metotta  $j$  boyutundaki ağ gözüne yakalanan  $I$  uzunluğundaki balıkların sayısı  $n_{ij}$  bir Poisson dağılımına sahip olduğu kabul edilir ve aşağıdaki belirtildiği gibidir.

$$n_{ij} \approx n_j \approx \text{Pois} (p_j \lambda_i r_j(I)) \quad (1)$$

Burada;  $\lambda_i$  ağ ile karşılaşan  $I$  boyundaki balıkların bolluğu;  $p_j$  ( $I$ ): nispi balıkçılık yoğunluğunu ( $j$  ağ gözünün avlayabileceği  $I$

boyundaki balıkların göreceli bolluğu ifade etmektedir.  $J$  ağ gözüne sahip av aracına temas eden  $I$  boyundaki balık sayısının Poisson dağılımı  $p_j(l)\lambda$  şeklindedir.  $r_j(l)$   $j$  ağ gözü için seçicilik eğrisini meydana getirmektedir.

$n_j$ 'nin log-likelihood dağılımı şu şekildedir;

$$\sum_i \sum_j \{n_i \log [p_j \lambda_i r_j(l)] - p_j \lambda_i r_j(l)\} \quad (2)$$

Denemeler sonucunda elde edilen veriler PASGEAR II version 2.5 (Kolding ve Skålevik, 2011) bilgisayar programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Program SELECT metot ile 5 farklı modele (Normal location, normal scale, log-normal, gamma ve bi-modal) ait parametreleri hesaplamaktadır. Bu modeller içinde en düşük model sapma değerini veren model seçilmiştir (Millar ve Holst, 1997). Seçicilik eğrileri bu modelin parametrelerine göre çizdirilir. SELECT metoda ait model denklemleri şu şekildedir:

Normal Location :

$$\exp\left(-\frac{(L - k.m_j)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (3)$$

Normal Scale ;

$$\exp\left(-\frac{(L - k_1.m_j)^2}{2k_2^2.m_j^2}\right) \quad (4)$$

Log-Normal ;

$$\frac{1}{L} \exp\left(\mu + \log\left(\frac{m_j}{m_i}\right) - \frac{\sigma^2}{2} - \frac{\left(\log(L) - \mu - \log\left(\frac{m_j}{m_i}\right)\right)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5)$$

Gamma ;

$$\left(\frac{L}{(\alpha - 1).k.m_j}\right)^{\alpha-1} \exp\left(\alpha - 1 - \frac{L}{k.m_j}\right) \quad (6)$$

Bi-modal;

$$\exp\left(-\frac{(L - k_1.m_j)^2}{2k_2^2.m_j^2}\right) + c.\exp\left(-\frac{(L - k_3.m_j)^2}{2k_4^2.m_j^2}\right) \quad (7)$$

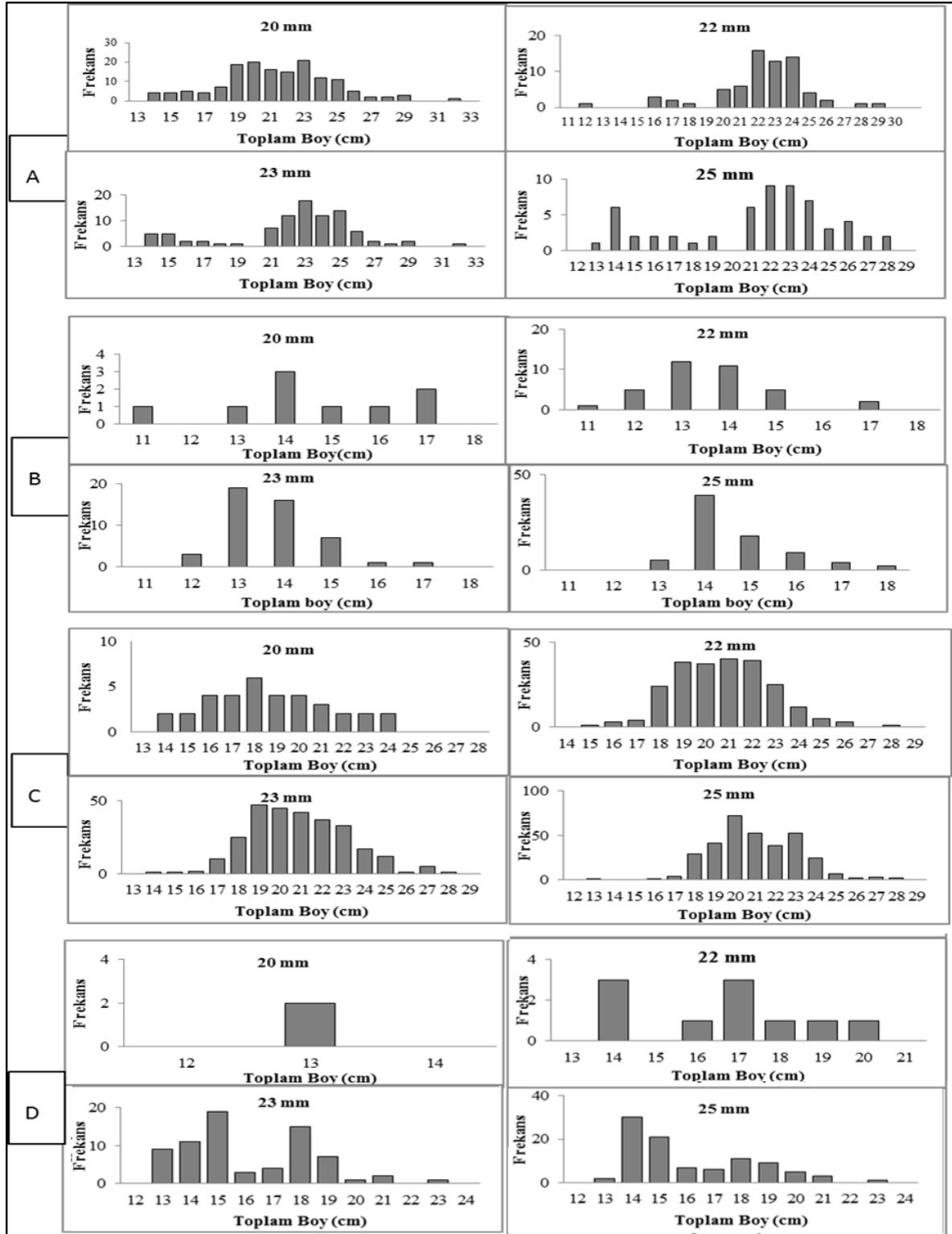
## BULGULAR

Saha çalışmalarından elde edilen sonuçlar incelendiğinde; toplam 82 operasyon sonucunda seçiciliği tespit edilen 4 hedef türe ait toplamda 1595 birey elde edilmiştir. Bu türlerden melanur (*O.melanura*) 878 adet ile en fazla avlanan tür olmuştur. Sarıkuyruk istavrit (*T.mediterraneus*) 369, karagöz (*D.vulgaris*) 179 ve isparoz (*Diplodus annularis*) 169 birey ile temsil edilmiştir. 20, 22, 23 ve 25 mm ağ göz genişliklerine göre avcılık miktarları sırasıyla 197, 347, 489 ve 562 adet olarak tespit edilmiştir. Bu türler arasında isparoz (*D.annularis*), karagöz (*D.vulgaris*) ve melanur (*O.melanura*) en çok en büyük ağ gözü olan 25 mm, sarıkuyruk istavrit (*T.mediterraneus*) ise 20 mm ağ gözü ile yakalanmıştır. Yakalanan bireylerin ortalama boyları incelendiğinde melanur (*O. melanura*) 19.92 cm, sarıkuyruk istavrit (*T.mediterraneus*) 21.42 cm, karagöz (*D.vulgaris*) 15.03 cm ve isparoz (*D.annularis*) 13.80 cm olduğu tespit edilmiştir. Ortalama boy değerleri incelendiğinde ağ göz genişliği değerlerinin büyümesi 4 tür içinde önemli bir farklılık yaratmamıştır. Yakalanan balık miktarları incelendiğinde ise özellikle sarıkuyruk istavrit (*T.mediterraneus*) türünde ağ göz genişliğinin büyümesi ile birlikte yakalanan birey sayısı azalmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1.** Türlerin farklı ağ göz genişliğine göre boy ve ağırlık değerleri  
**Table 1.** Length and weight values of the species according to different nominal bar length

| Türler                         | Ağ Göz Genişliği | Adet N | Toplam boy(cm) |      | Ağırlık(gr.) |      |                |
|--------------------------------|------------------|--------|----------------|------|--------------|------|----------------|
|                                |                  |        | Mın.           | Max. | Ortalama     | Mın. | Max. Ortalama  |
| <i>Oblada melanura</i>         | 20 mm            | 35     | 13,2           | 23,8 | 18,27±0,47   | 27   | 170 18,27±0,31 |
|                                | 22 mm            | 232    | 14,5           | 27,5 | 20,33±0,14   | 42   | 264 20,33±0,21 |
|                                | 23 mm            | 279    | 13,5           | 27,5 | 20,44±0,14   | 17,5 | 264 20,44±0,22 |
|                                | 25 mm            | 332    | 12,5           | 27,4 | 20,66±0,11   | 33   | 303 20,66±0,19 |
| <i>Trachurus mediterraneus</i> | 20 mm            | 151    | 13,5           | 32   | 20,93±0,27   | 19   | 260 82,51±0,37 |
|                                | 22 mm            | 69     | 11,5           | 28,2 | 21,82±0,33   | 15   | 179 91,14±0,29 |
|                                | 23 mm            | 91     | 13,3           | 32   | 22,01±0,40   | 20   | 260 95,84±0,39 |
|                                | 25 mm            | 58     | 13             | 27,7 | 20,92±0,54   | 18   | 194 95,98±0,42 |
| <i>Diplodus vulgaris</i>       | 20 mm            | 2      | 12,7           | 12,8 | 12,75±0,05   | 31   | 33 32±0,01     |
|                                | 22 mm            | 10     | 13,3           | 19,2 | 16,04±0,65   | 36   | 130 68,3±0,25  |
|                                | 23 mm            | 72     | 12,2           | 22,1 | 15,65±0,27   | 27   | 162 59,07±0,3  |
|                                | 25 mm            | 95     | 12,6           | 23   | 15,66±0,24   | 27   | 173 62,29±0,3  |
| <i>Diplodus annularis</i>      | 20 mm            | 9      | 11             | 16,8 | 14,32±0,64   | 20   | 71 42,11±0,3   |
|                                | 22 mm            | 36     | 10,9           | 16,9 | 13,28±0,21   | 22   | 75 38,44±0,20  |
|                                | 23 mm            | 47     | 11,5           | 16,7 | 13,35±0,15   | 25   | 76 37,6±0,16   |
|                                | 25 mm            | 77     | 12,5           | 17,9 | 14,22±0,13   | 23   | 97 47,7±0,16   |

Yakalanan bireylerin türlerine göre hangi ağ gözünde ne kadar yakalandıklarını gösteren boy-frekans dağılımları Şekil 2'de gösterilmiştir. Sarıkuyruk istavrit (*T.mediterraneus*) türü için frekansın pik yaptığı boy grubu ağ göz açıklığının artması ile doğru orantılı olarak artmamış 23 cm civarı sabit kalmıştır. Ancak 20 mm ağ gözünde 23 cm bireylere daha fazla rastlanılmıştır. Isparoz (*D.annularis*) için ağ gözleri ile yakalanan balıkların boy gruplarının pik yaptığı değerler arasında belirgin bir fark gözlenmemiştir. Pik değerleri 13-14 cm civarında olduğu tespit edilmiştir. Melanur (*O.melanura*) için boy-frekans ilişkisi incelendiğinde ağ gözü büyüdükçe yakalanan bireylerin boylarının büyüdüğü rahatça görülebilmektedir. En fazla örneklenen boy grupları 18-20 cm aralığındadır. Karagöz (*D.vulgaris*) boy-frekans ilişkisinde homojen bir artış göstermemekte ve dalgalanmalar görülmektedir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Türlerin her bir ağ göz genişliğine karşılık boy – frekans dağılımı. ((A: Sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*), B: İsparoz (*D. annularis*), C: Melanur (*O. melanura*), D: karagöz (*D. vulgaris*))

**Figure 2.** Length-frequency distribution of the species corresponding to each nominal bar length. ((A: Mediterranean horse mackerel. (*T. mediterraneus*), B: Annular seabream (*D. annularis*), C: Saddled seabream (*O. melanura*), D: Common two-banded seabream (*D. vulgaris*))

Select metodu seçicilik analizleri sonucu her bir türün optimum yakalanma boyu ve yayılım değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Türlerin her bir ağ göz genişliğine karşılık gelen optimum boy ve yayılım değerleri

**Table 2.** Optimum length and spread values of the species corresponding to each nominal bar length

| Tür                     | Ağ göz genişliği | Optimum boy (cm) | Yayılım (cm) | Minimum Boy (cm) | Maksimum Boy (cm) | İlk Üreme Boyu | Tebliğ Yaşığı |
|-------------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|-------------------|----------------|---------------|
| <i>D. annularis</i>     | 20 mm            | 11,15            | 1,55         | 9,6              | 12,7              | 10,0-10,5      | -             |
|                         | 22 mm            | 12,27            | 1,71         | 10,56            | 13,98             |                |               |
|                         | 23 mm            | 12,83            | 1,79         | 11,04            | 14,62             |                |               |
|                         | 25 mm            | 13,94            | 1,94         | 12               | 15,88             |                |               |
| <i>D. vulgaris</i>      | 20 mm            | 11,26            | 1,11         | 10,16            | 12,37             | 17,27-17,65    | 18            |
|                         | 22 mm            | 12,39            | 1,22         | 11,17            | 13,61             |                |               |
|                         | 23 mm            | 12,95            | 1,27         | 11,68            | 14,23             |                |               |
|                         | 25 mm            | 14,08            | 1,38         | 12,70            | 15,46             |                |               |
| <i>O. melanura</i>      | 20 mm            | 15,3             | 3,01         | 12,29            | 18,31             | 17,5           | -             |
|                         | 22 mm            | 16,83            | 3,4          | 13,43            | 20,23             |                |               |
|                         | 23 mm            | 17,59            | 3,51         | 14,08            | 21,1              |                |               |
|                         | 25 mm            | 19,12            | 3,82         | 15,3             | 22,94             |                |               |
| <i>T. mediterraneus</i> | 20 mm            | 26,68            | 3,8          | 22,88            | 30,48             | 10,6           | 13            |
|                         | 22 mm            | 29,35            | 4,18         | 25,17            | 33,53             |                |               |
|                         | 23 mm            | 30,68            | 4,37         | 26,31            | 35,08             |                |               |
|                         | 25 mm            | 33,35            | 4,75         | 28,6             | 38,1              |                |               |

İsparoz (*D. annularis*) için 20, 22, 23 ve 25 mm ağ göz açıklığında ki optimum boy ve yayılım değerleri sırası ile 11.15 cm (1.55 cm), 12.27 cm (1.71 cm), 12.83 cm (1.79 cm) ve 13.94 cm (1.94 cm) olduğu tespit edilmiştir. Karagöz (*D. vulgaris*) için 11.26 cm (1.11 cm), 12.39 cm (1.22 cm), 12.95 cm (1.27 cm) ve 14.08 cm (1.38 cm); melanur (*O. melanura*) için 15.3 cm (3.01 cm), 16.83 cm (3.4 cm), 17.59 cm (3.51 cm) ve 19.12 cm (3.82 cm); sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) için 26.68 cm (3.8 cm), 29.35 cm (4.18 cm), 30.68 cm (4.37 cm) ve 33.35 cm (4.75 cm) olduğu görülmüştür. Türler arasında sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) hariç tüm türlerde her bir ağ göz genişliğinde hesaplanan optimum boy değerleri her bir ağ göz genişliğinden yakalanan ortalama boy değerlerinden küçüktür. Tüm türlerde ağ gözü arttıkça yayılım değerinin de arttığı tespit edilmiştir. Yayılım değerleri melanur (*O. melanura*) ve sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) türlerinde diğer türlere oranla daha büyüktür.

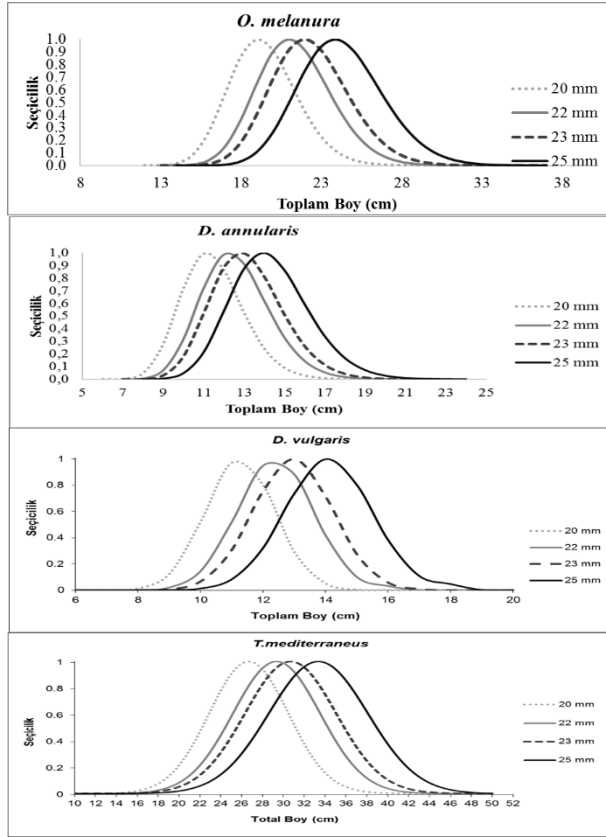
Seçicilik parametre değerleri her bir tür için incelendiğinde, melanur (*O. melanura*) ve isparoz (*D. annularis*) için 4 farklı model hesaplanabilmiş, bunlar arasında en düşük sapma değerini lognormal gösterdiğinden seçicilik lognormal modeline göre belirlenmiştir. Melanur (*O. melanura*) ve isparoz (*D. annularis*) için model sapması istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ) ve sırasıyla 81,306 ve 35,883 olduğu tespit edilmiştir. Karagöz (*D. vulgaris*) için yalnızca bimodal modeli sonuç vermiş diğer modeller hesaplanamamıştır. Bununla birlikte model sapmasının 46,714 olduğu görülmüştür. Sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) için ise bimodal ve normalscale modelleri hesaplanabilmiş bunlar arasından en düşük sapma değerini

bimodal göstermiştir. Sapma değeri 65,771 olduğu fakat istatistiksel açıdan önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $P > 0.05$ ) (Tablo 3).

**Tablo 3.** Türlerin seçicilik modelleri ve seçicilik parametre değerleri  
**Table 3.** Selectivity models and selectivity parameters of the species

| Tür                     | Model           | Parametre                                                               | Model Sapması | P Değeri | Serbestlik Derecesi (d.f.) |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|----------------------------|
| <i>O. melanura</i>      | Normal Location | $(k, \sigma) = (0.375; 3.682)$                                          | 93,692        | 0,00025  | 51                         |
|                         | Normal Scale    | $(k1, k2) = (0.357; 0.1)$                                               | 84,487        | 2215     | 51                         |
|                         | Lognormal       | $(\mu, \sigma) = (2.763; 0.188)$                                        | 81,306        | 0,00444  | 51                         |
|                         | Gamma           | $(k, \alpha) = (0.016; 23.874)$                                         | 82,346        | 0,00355  | 51                         |
|                         | Bimodal         | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
| <i>D. vulgaris</i>      | Normal Location | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Normal Scale    | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Lognormal       | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Gamma           | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Bimodal         | $(k1, k2, k3, k4, c) = (5.632; 0.553; 7.186; 0.097; 0.029)$             | 46,714        | 0,0053   | 25                         |
| <i>D. annularis</i>     | Normal Location | $(k, \sigma) = (0.276; 1.844)$                                          | 36,216        | 0,02679  | 22                         |
|                         | Normal Scale    | $(k1, k2) = (0.25; 0.057)$                                              | 39,512        | 0,01232  | 22                         |
|                         | Lognormal       | $(\mu, \sigma) = (2.43; 0.135)$                                         | 35,883        | 0,03125  | 22                         |
|                         | Gamma           | $(k, \alpha) = (0.006; 43.297)$                                         | 37,445        | 0,02113  | 22                         |
|                         | Bimodal         | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
| <i>T. mediterraneus</i> | Normal Location | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Normal Scale    | $(k1, k2) = (0.818; 0.15)$                                              | 73,962        | 0,09     | 59                         |
|                         | Lognormal       | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Gamma           | Hesaplanamadı                                                           | --            | --       | --                         |
|                         | Bimodal         | $(k1, k2, k3, k4, w) = (0.667; 0.095; 4291745.485; 1554460.778; 0.308)$ | 65,771        | 0,17     | 59                         |

Seçicilik parametreleri ilk üreme boyu ve yasal avlanma sınırları ile karşılaştırılmıştır. İsparoz (*D. annularis*) türünün hem yakalanan bireylerin ortalama boyları hemde seçicilik optimum yakalanma boylarının İzmir Körfezi için belirtilen 10 – 10.5 cm (Kinacıgil et al., 2008) değerindeki ilk üreme boyundan büyük olduğu görülmüştür. Tebliğde yasal avlanma boy sınırı olmadığından bir karşılaştırma yapılamamıştır. Gonçalves vd. (2003) karagöz (*D. vulgaris*) türünün ilk üreme boyunu 17 cm tespit etmiş, Kinacıgil vd. (2008) ise 14 cm den küçük bireylerin yakalanmasının stoklara zarar vereceğinin bildirmiştir. Karagöz (*D. vulgaris*) türünde ortalama boy ve optimum boy değerleri (12 – 14 cm arası) hem ilk üreme boyundan hemde tebliğde yer alan 18 cm minimum avlanma boyundan küçük olduğu görülmüştür. Melanur (*O. melanura*) türünde ülkemiz sularında yapılmış bir ilk üreme boyu çalışmasına rastlanılamamıştır. Bunun yanında tebliğde tür için düzenlenmiş bir minimum avlanma yasağı da bulunmamaktadır. Adriatik Denizi'nde yürütülmüş çalışmada ilk üreme boyu 17.5 cm (Cetinic vd., 2002) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre her bir ağ gözünden yakalanan balıkların ortalama boylarının ilk üreme boyundan büyük olduğu fakat 20 ve 22 mm ağ gözünden yakalanan balıkların optimum boylarının ilk üreme boyundan küçük olduğu 23 ve 25 mm ağ gözünden yakalanan balıkların optimum boylarının ise ilk üreme boyundan daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) türünde her bir ağ gözünde hem optimum boylar hem de ortalama boylar ilk üreme boyu olan 10.6 cm (Şahin vd., 2009) ve tebliğde belirtilen minimum av yasağından daha büyüktür (Tablo 2).



**Şekil 3.** Türlerin her bir ağ göz genişliğine karşılık gelen seçicilik eğrileri

**Figure 3.** Selectivity curves of the species corresponding to each nominal bar length

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Balık solungaç çevresi ile ağ göz genişliği arasında ki ilişki uzatma ağıları seçiciliği için en önemli faktörlerden biridir. Ancak aynı türe ait vücut ölçülerinin yıl içerisinde farklı mevsimlerde farklılık gösterdiği yapılan kondisyon faktörü çalışmalarından görülebilmektedir. Böylece aynı ağ göz genişliğinde farklı mevsimlerde farklı boylarda balık yakalanabilir (Kurkilahti vd., 2002). Değişken çevresel ve biyolojik şartlardan dolayı tek bir türün dahi seçiciliğinde karşılaşılan bu farklılıklar çok türlü ekosistemlerde hedef dışı türlerin seçiciliğinin kontrolü daha da zorlaşmaktadır.

Yasal mevzuattaki avcılık boy sınırlandırmaları ve ilk üreme boyu çalışmalarının sonuçları balıkçılık yöneticileri için av araçları düzenlemelerinde en önemli kriterlerdendir. Özellikle uzatma ağı avcılığı için bu kriterler önemlidir. Bu çalışmada ele alınan türlerden melanur (*O. melanura*) için ülkemizde yapılmış bir ilk üreme boyu çalışması ve boy sınırlandırması bulunmamakla birlikte Adriatik Denizi için ilk üreme boyu 17.5 cm olarak bildirilmiştir (Cetinic vd., 2002). Her ne kadar coğrafik farklılıklardan dolayı ilk üreme boyu bizim sularımızda farklılık

gösterebilmesi olasılığı bulunsada farklı bölgelerde gerçekleştirilen ilk üreme boyu çalışmalarının sonuçları karşılaştırıldığında bu farklılığın 1-2 cm civarı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada farklı ağ göz açıklıkları için optimum yakalama boyu analiz edildiğinde 25 mm ağ gözünün bu türün stoklarına zarar vermeyeceği, 23 mm ağ gözünün altındaki ağ gözlerinin de kesinlikle kullanılmaması gerektiği tespit edilmiştir.

Sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) ülkemizde büyük ekonomik öneme sahip yüksek talep gören bir türdür. Sarıkuyruk istavrit (*T. mediterraneus*) için tebliğde 13 cm boy sınırlandırması vardır. Yapılan ilk üreme boyu çalışmaları Karadeniz için 10.8 cm altında avlanmaması gerektiğini bildirmiştir (Şahin vd., 2009). Bu çalışmada her bir ağ göz genişliğinde yakalanan bireylerin ortalama boyları ve optimum boyları ilk üreme boyunun ve tebliğde belirtilen en küçük avlanma boyunun üzerindedir. Her ne kadar ortalama boy değerleri yüksek olsada daha küçük boylu bireylerinde yanlışlıkla ağ gözlerine takıldığı görülmüştür. Ağların gereken boydan daha küçük boyda bireyleri yakalamasının türün dorsalinde bulunan ters yüzgeç ışınından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun bir sonucu olarak da optimum yakalama boylarının ağlarda yakalanan ortalama yakalama boyundan ve yayılım değerinden de oldukça yüksek olmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

Karagöz (*D. vulgaris*) ilk üreme boyu Akdeniz için 2 yaşında 17 cm boyunda olduğunu bildirilirken Whitehead vd. (1986), Gonçalves vd. (2003) Portekiz'in güney batı kıyılarında erkekler için 17.27 cm, dişiler için 17.65 cm (total boy) olarak bildirmiştir. Türkiye kıyılarında ise Kinacıgil vd. (2008), dişi bireylerin %50'sinin 12.9 cm boyunda olgun gonad oluşturduğunu, erkeklerde ise bu değerlerin 13.4 cm olduğu hesaplanmışlar ve 14 cm'den küçük bireylerin popülasyon üzerine baskı yaptığı ve avlanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Tebliğde bu tür için belirtilen minimum yakalama boyu 18 cm total boy olarak belirtilmiştir. Erzini vd. (2003) 25, 30, 35 ve 40 mm ağ göz açıklığı kullanarak Portekiz kıyılarında karagöz (*D. vulgaris*) türünün galsama ağıları ile seçiciliğini çalışmış, en uygun modelin lognormal olduğu optimum boyun 14.8 ve 23.7 arası değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada optimum boy aralığı ise 20, 22, 23 ve 25 mm ağ gözünde 10, 16 ile 15, 46 cm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmanın Portekiz kıyılarında yürütülen çalışmanın sonuçları ile farklılık göstermesinin olası nedenleri seçiciliğin hesaplanmasında kullanılan birey sayısında ki azlık, farklı ağ göz açıklığı kullanımı ve coğrafik farklılıklardan dolayı türdeki kondisyon farklılıkları olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada avlanan bireylerin bir kısmı minimum avlanma boyundan büyük olmasına rağmen her bir ağ gözünde avlanan bireylerin ortalama boylarının hepsi hem ilk üreme boyundan hem de minimum avlanma boyundan küçüktür. Bu da kullanılan tüm ağların stoğa belli bir oranda zarar verdiğini göstermiştir. Ancak karagöz (*D. vulgaris*) türünün diğer hedef dışı türler arasında ki bolluk oranı (%11) bu zararın göz ardı edilebileceğini düşündürülebilir. Bu çalışmada ki bu sonuç Ege Denizi gibi farklı vücut morfolojisine sahip farklı

türlerin aynı anda aynı av araçlarına yakalanmasının bu stokların yönetilmesinin ne kadar zor olacağının bir işareti olarak görülmüştür.

İsparoz (*D. annularis*) ilk üreme boyu, Batı Akdeniz'de 13 cm (Fischer ve Schneider, 1987, Froese ve Pauly, 2006), Güney Portekiz'de 13 cm (Santos vd., 1998) ve Ege denizi için 10-10,5 cm (dişi ve erkek) arasında bulunmuş ve 11 cm total boydan küçüğünün avlanmaması gerektiğini önerilmiştir (Kinacıgil vd., 2008). Metin vd. (1998) aynı göz genişliklerini kullandıkları çalışmada, isparoz (*D. annularis*) için 22 mm ve daha büyük göz genişliğine sahip ağların kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Ayaz vd. (2010) bu çalışma ile aynı örnekleme sahasında 0,40 – 0,60 arasında 3 farklı donam faktörü kullanarak 18, 20 ve 22 mm ağ göz açıklığına sahip galsama ağlarının isparoz (*D.annularis*) türünün seçiciliğine olan etkisini inceledikleri çalışmalarında donam faktörü farklılığının seçiciliğe net bir etkisinin olmadığını en uygun modelin lognormal olduğunu ve 22 mm altındaki ağ göz açıklığına sahip ağlardan yakalanan bireylerin ilk eşeysel olgunluğa henüz erişmediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, çalışmamızda kullanılan ve en küçük göz genişliğindeki 20 mm ağların, ilk üreme boyuna henüz ulaşmamış bireylerden yüksek oranda avladığı saptanmıştır.

## KAYNAKÇA

- Ayaz, A., Altınağaç, U., Özekinci, U., Cengiz, Ö. & Öztekin A. (2010). Effects of hanging ratio on gillnet selectivity for annular sea bream (*Diplodus annularis*) in the northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(7):1137-1142. doi: 10.3923/javaa.2010.1137.1142
- Besiktepe, S., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T. & Unluata, U. (1994). The Circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Prog Oceanog.*, 34: 285-334.
- Cetin, P., Soldo, A., Dulcic, J. & Pallaoro, A. (2002) Specific method of fishing for Sparidae species in the eastern Adriatic. *Fisheries Research*, 55: 131-139. doi:10.1016/S0165-7836(01)00299-5
- Cucin D. & Regier, H.A. (1966). Dynamics and Exploitation of Lake Whitefish in Southern Georgian Bay. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 23(2): 221-274. doi:10.1139/f66-020
- Erzini, K., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J. and Stergiou, K.I. (2003). Quantifying the roles of competing static gears: comparative selectivity of longlines and monofilament gill nets in a multi-species fishery of the Algarve (southern Portugal). *Scientia Marina*, 67(3): 341-352. doi:10.3989/scimar.2003.67n3341
- Fischer, W. & Schneider, M. (1987) Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la peche Mediterranee et Mer Noire. Vol. II. Zone de peche 37. Revision 1, 1529 p., Rome.
- Froese, R. & Pauly, D. (2006) Fishbase. World Wide Web Electronic Publication URL: <http://www.fishbase.org>.
- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P.G., Monteiro, C.C., Ribeiro J. & Erzini, K. (2003) Age and growth, maturity, mortality and yield-per-recruit for two banded bream (*Diplodus vulgaris* Geoffr.) from the south coast of Portugal. *Fisheries Research*, 62: 349-359. doi: 10.1016/S0165-7836(02)00280-1
- Kinacıgil, H.T. & İlyaz, A.T. (1997). Ege Denizi Balıkçılığı ve Sorunları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: (3-4):351-367.
- Kinacıgil, H.T., İlyaz, A.T., Metin, G., Ulaş, A., Soykan O., Akyol O. & Gurbet R. (2008). First reproductive length, age, and growth parameters of demersal fish stocks from fisheries management perspective in Aegean Sea (in Turkish). TUBITAK-ÇAYDAG Project No: 103Y132, 327.
- Kolding, J. & Skålevik, Å. (2011) PasGear 2. A database package for experimental or artisanal fishery data. Version 2.5. available at <http://www.imr.no/forskning/bistandsarbeid/nansis/pasgear2/en>.
- Kurkilahti, M., Appelberg, M., Hesthagen, T. & Rask, M. (2002). Effect of fish shape on gillnet selectivity: a study with Fulton's condition factor. *Fisheries research*, 54:153-170. doi:10.1016/S0165-7836 (00)00301-5
- Metin, C., Lök, A. & İlyaz, T.A. (1998) Faklı Göz Genişliğine Sahip Dip Uzatma Ağlarında İsparoz (*Diplodus annularis* Linn., 1758) ve İzmirli (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810) Balıklarının Seçiciliği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15(3-4): 293-303.
- Millar, R.B. (1992) Estimating the Size-Selectivity of Fishing Gear by Conditioning on the Total Catch. *Journal of the American Statistical Association*, 87: 962-968.
- Millar, R.B. & Holst, R. (1997) Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models. *Ices Journal of Marine Science*, 54: 471-477. doi: 10.1006/jmsc.1996.0196
- Millar, R.B. & Fryer, R.J. (1999) Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9: 89-116. doi: 10.1023/A:1008838220001
- Santos, M.N., Monteiro, C.C., Erzini, K. & Lasserre, G. (1998) Maturation and gill-net selectivity of two small sea breams (genus *Diplodus*) from the Algarve coast (south Portugal). *Fisheries Research*, 36: 185-194. doi: 10.1016/S0165-7836(98)00100-3
- Stergiou, I., K. & Erzini, K. (2002). Comparative fixed gear studies in the Cyclades (Aegean Sea): size selectivity of small-hook longlines and monofilament gill nets. *Fisheries Research*, 58: 25-40. doi: 10.1016/S0165-7836(01)00363-0
- Şahin, C., Kasapoğlu, N., Gözler, M.A., Kalaycı, F., Hacımurtazaoğlu, N. & Mutlu C. (2009). Age, Growth, and Gonadosomatic Index (GSI) of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) in the Eastern Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 33: 157-167.

Sonuç olarak; Çanakkale kıyılarında uygulanacak voli avcılığında kullanılan sade ağların 23 mm ve daha büyük ağ göz genişliğine sahip olmasının balık stoklarının devamlılığı açısından önemli olduğu bulunmuştur. Çalışma sonuçları, çok türün yakalandığı avcılık yöntemlerinde tek bir tür için seçicilik değerine odaklanmanın doğru olmadığını göstermiştir. Dünyada ve ülkemizde yapılan çalışmalarda sadece hedef türün seçiciliğine göre yönetimsel düzenlemeler önerilmektedir. Oysa bir yöntem seçicilik açısından değerlendirilirken, önemli derecede yakalanan diğer türlerinde seçicilik değerleri göz önünde bulundurularak yönetimsel düzenlemeler önerilmelidir. Gelecekte gerçekleştirilecek olan uzatma ağı seçiciliği çalışmalarında ekolojik olarak sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi adına, ilgili araştırmacıların hedef türün seçiciliğinin yanında tesadüfi olarak önemli derecede yakalanan diğer türlerin de seçiciliğini birlikte değerlendirmeleri ve yönetimsel tavsiyelerde bulunulmaları balıkçılık yönetim otoritelerine önemli katkılar sağlayacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak 106Y021 nolu proje tarafından desteklenmiş olup Gökhan Subakan'ın yüksek lisans tezinin bir bölümünü içermektedir. Arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Cahit Ceviz'e teşekkürü borç bilirim.

- Trent L. & Pristas P.J. (1977). Selectivity of Gill Nets on Estuarine and Coastal Fishes from St. Andrew Bay, Florida. *Fishery Bulletin*, 75(1): 185-198.
- TÜİK, (2005). Su Ürünleri İstatistikleri, [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005) [Erişim Tarihi, 05.10.2016].
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M., Hureau, J.C., Nielsen, J. & Tortonese, E. (1986) Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean, Volume I, II and III, Vol., UNESCO, Paris.

SHORT COMMUNICATION

KISA ARAŞTIRMA

## Growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings fed diets containing varying levels of groundnut oil

Victor Tosin Okomoda<sup>1\*</sup> • Lateef Oloyede Tiamiyu<sup>2</sup> • Ronald Terhile Chado<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Fisheries and Aquaculture, University of Agriculture Makurdi, Nigeria

<sup>2</sup> Department of Aquaculture and Fisheries, University of Ilorin, Kwara State, Nigeria

\* Corresponding author: [okomodavictor@yahoo.com](mailto:okomodavictor@yahoo.com)

Received date: 21.04.2016

Accepted date: 03.11.2016

**How to cite this paper:**

Okomoda, V.T., Tiamiyu, L.O. & Chado, R.T. (2017) Growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings fed diets containing varying levels of groundnut oil. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 34(1): 111-114. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.15

**Abstract:** The effect of varying levels of groundnut oil was assessed on growth of African catfish. Fingerlings with mean weight 1.87g were stocked at 20 fish per hapa (measuring 1m x 1m x 1m) and fed five 35% Crude protein diets formulated with groundnut oil (GO) included at 0.00%, 2.50%, 5.00%, 7.50% and 10.00%. After eight weeks of feeding, result shows evidence of the fact that increasing lipid level spared dietary protein conversion into energy as GO inclusion significantly performed better than the control without GO, however, performance was optimized at 2.50% GO inclusion in the diet, beyond this growth significantly reduced.

**Keywords:** Lipid, ether extract, growth performance, nutrient utilization, nutrient sparing

### INTRODUCTION

Every living organism including fish requires food for growth, reproduction and maintenance of tissues. To sustain fish under culture, supplementation diet must be provided to complement natural feeds supply (Karapan Agbottidis, 2002). Feed stuffs used in aquaculture to provide basic nutrients such as protein, carbohydrate, minerals, water, vitamins and lipids are expensive because of their competitive uses by man and other animals (Dunham et al., 2001). Research has therefore focused on the need to provide alternative sources of these essential nutrients for use in aqua-feeds.

Lipids are highly digestible source of concentrated energy and contain about 2.25 times as much energy as equivalent amount of carbohydrates (Robinson et al., 2001) and proteins (Sotolu, 2010). Lipids comprise about 15% fish diet and supply essential fatty acid (EFA) as well as serves as transport for fat soluble vitamins (Lim et al., 2001). Fish oil is generally used as the main source of fatty acid in commercial fish diets and in most nutrition studies. It is produced from small pelagic fish and represents a finite fishery resource (Ng et al., 2003), the demand for fish and fish oil by aqua feeds industry was expected to exceed the production capacity as at 2000 (Barlow and Pike, 1999), however, It was estimated to be about 60% of the global supply of fish oil as opined by Barlow et al., (2000) and as much as 90% use of total consumption was projected for 2010 (Barlow et al., 2000). The consequence of this is literarily increase in the cost of fish oil as well as aquaculture feed, hence, the need to intensify efforts to replace fish oil with other lipid sources (Aderolu and Akinremi, 2009).

Worldwide, natural vegetable or plant oil sources and fat are increasingly becoming important in nutrition and commercial feed production because of possession of high dietary energy, essential fatty acids, biofuels, anti-oxidants and raw-material for the manufacture of industrial products. (Okullo et al., 2010). Previous research have focused attention on the use of oil seeds such as groundnut oil, benniseed (sesame), shea butter oil, cotton seeds and palm oil as suitable substitutes in the diet of warm water fish species (Legendre et al., 1995; Ng et al., 2000; Ng et al., 2003; Ochang et al., 2007; Yusuf 2009; Aderolu and Akinremi, 2009; Solomon et al., 2012) and reported positive result. Currently, the use of groundnut oil in aqua feeds is estimated to be as low as 0.8 million tons of 61% global oil produced (Goda et al., 2007) and expected to increase in the near future. It is however important to note that high lipid content of fish diet improves growth rate and protein utilization but predisposes feed to rancidity; the consequent of which is lower fish performance due to lipids oxidation (Scaifed et al., 2000). The level of oil is largely dependent on the lipid source. used in feed formulation. This study is therefore designed to determine best level of inclusion of groundnut oil in the diet of African catfish.

### MATERIALS AND METHODS

The feeding trial was carried out at the Fisheries experimental farm sited in South Core, University of Agriculture, Makurdi, Benue State Nigeria. Three hundred (300) fingerlings of *Clarias gariepinus* were obtained from the University

hatchery and acclimatized for 2 weeks. During the period of acclimatization, the fish were fed with 0.2mm Coppen feed. Fifteen hapa-nets were constructed and arranged in an earthen pond for the feeding trial. The fingerlings were randomly distributed in 20 numbers to all hapas unit.

Feed ingredient used for the feed formulation (Fish meal, soybean meal, Groundnut oil, Maize meal, Rice bran, Salt, Vitamin and Mineral premixes) were purchased from Modern market Makurdi, Nigeria. The feed stuffs/ingredients were processed to improve their digestibility and eliminate anti-nutritional factor that may be present in the feed (Table 1).

**Table 1.** Percentage composition of experimental diet using Pearson's Square method

| Ingredient%      | Diet 1 | Diet 2 | Diet 3 | Diet 4 | Diet 5 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Fish meal        | 10.00  | 10.00  | 10.00  | 10.00  | 10.00  |
| Soybean meal     | 50.72  | 51.06  | 51.82  | 52.56  | 53.30  |
| Groundnut oil    | 0.00   | 2.50   | 5.00   | 7.50   | 10.00  |
| Maize meal       | 33.28  | 30.44  | 27.18  | 23.94  | 20.70  |
| Rice bran        | 5.00   | 5.00   | 5.00   | 5.00   | 5.00   |
| Salt             | 0.50   | 0.50   | 0.50   | 0.50   | 0.50   |
| Mineral Premix*  | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   |
| Vitamin Premix** | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   |
| Total            | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

\*contain (as mg kg<sup>-1</sup> of diet): Thiamine (B1), 85.00; Riboflavin (B2), 60.00; Pyridoxine (B6), 25.00; Pantothenic acid, 105.00; Inositol, 500.00; Biotin, 1.80; Folic acid, 20.00; Ethoxyquin, 4.00; Choline, 1481.00; Nicotinic acid (Niacin), 250.00; Cyanocobalamin (B12), 0.03; Retinol palmitate (A), 20.00; Tocopherol acetate (E), 140.00; Ascorbic acid (C), 750.00; Menadione (K), 30.00; Cholecalciferol (D3), 0.08 (according to Jauncey and Ross 1982)

\*\*Contained (as g kg<sup>-1</sup> of diet): MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 20.40; NaCl, 8.00; KCl, 6.04; FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 4.00; ZnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O, 0.88; MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O, 0.41; CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, 0.13; CoSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.08; CaI<sub>2</sub>, 6H<sub>2</sub>O, 0.05; CrCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.02 (according to Jauncey and Ross 1982)

Five diets of 35% crude protein were formulated with 0.00%, 2.50%, 5.00%, 7.50% and 10.00% levels of groundnut oil to distinguished the different diets into Diet 1, Diet 2, Diet 3, Diet 4 and Diet 5 respectively (Table 2).

**Table 2.** Proximate composition of the diets containing different levels of groundnut oil

| Parameter     | Diet 1             | Diet 2             | Diet 3             | Diet 4             | Diet 5             | SEM  |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
| Moisture      | 6.03 <sup>c</sup>  | 7.23 <sup>c</sup>  | 7.38 <sup>b</sup>  | 7.16 <sup>d</sup>  | 7.57 <sup>a</sup>  | 0.12 |
| Crude Protein | 35.13              | 35.87              | 36.75              | 36.51              | 35.74              | 1.31 |
| Crude Fibre   | 4.02 <sup>b</sup>  | 4.11 <sup>a</sup>  | 3.77 <sup>c</sup>  | 3.62 <sup>d</sup>  | 3.77 <sup>c</sup>  | 0.91 |
| Lipids        | 8.81 <sup>c</sup>  | 11.19 <sup>d</sup> | 12.12 <sup>c</sup> | 13.06 <sup>b</sup> | 13.18 <sup>a</sup> | 2.06 |
| Ash           | 6.03 <sup>d</sup>  | 6.21 <sup>c</sup>  | 6.33 <sup>b</sup>  | 6.24 <sup>c</sup>  | 6.49 <sup>a</sup>  | 0.71 |
| NFE           | 40.00 <sup>a</sup> | 35.40 <sup>b</sup> | 33.66 <sup>c</sup> | 33.41 <sup>d</sup> | 33.27 <sup>e</sup> | 1.23 |

Mean in the same row with different superscript differ significantly (P>0.05), means were separated using Fisher's least significant difference

Fish were fed for eight weeks at 10% of their body weight; the amount of feed given was adjusted after the weekly measurement. The growth parameter was estimated as given below.

a. Mean Initial Weight (MIW) =  $\frac{\text{Total Initial Weight of Fingerlings}}{\text{Total Number of Fingerlings}}$

b. Mean Weight Gain (MWG) = Mean final weight – Mean initial weight

c. Growth rate =  $\frac{\text{Mean final weight} - \text{Mean Initial Weight} \times 100}{\text{Duration of the Experiment}}$

d. Specific Growth Rate (%/day) =  $\frac{\log_e(wt_2) - \log_e(wt_1)}{t_2 - t_1}$

Where Wt<sub>1</sub>= Initial weight gain

Wt<sub>2</sub>= Final weight gain

T<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>= Duration (in days) considered between Wt<sub>2</sub> and Wt<sub>1</sub>

e. Feed Fed (FF) =  $\frac{\text{Sum of Total feedintake per week}}{\text{Number of fish}}$

f. Feed conversion ratio (FCR) =  $\frac{\text{dryfeedintake}}{\text{wetweightgain}}$

g. Feed Efficiency ratio (FER) =  $\frac{\text{wetweightgain} \times 100}{\text{dryfeedintake}}$

h. Protein efficiency ratio =  $\frac{\text{wetweightgain}}{\text{proteinfed}}$

Where Protein fed =  $\frac{\% \text{proteinindiet} \times \text{totaldietconsumed}}{100}$

i. % survival rate =  $\frac{\text{totalnumberoffish} - \text{mortality}}{\text{totalnumberoffish}} \times 100$

The proximate composition of the diet formulated and the proximate composition of the initial and final carcass of the experimental fish were determined according to methods described by AOAC (2000). Statistical analysis was carried out using analysis of variance and where there were significant differences Fishers least significant difference were used to separate means. These analyses were performed using the Minitab 14 software.

## RESULTS AND DISCUSSION

The use of ground nut oil (GO) in the diet of *Clarias gariepinus* significant improve growth performance and nutrient utilization of African catfish in this study as the various diet with inclusion levels of GO performed better than the control diet without GO (Table 3). This may have been due to non-protein energy source provided by the GO for metabolism, hence, allowing the use of the protein/carbohydrate component of the feed for growth and development. It may be inferred that increased lipid level spared dietary protein conversion into energy (Chou and Shiau, 1996; Regost et al 2003. Non-protein source of energy has been reported to influence nitrogen retention and dietary lipid, hence affecting positively growth, protein utilization, and feed conversion efficiency (Pie et al 2004), this is in line with the observation of this study, Peres and Oliva-Teles (1999) however did not observe any protein sparing effect of lipid when they fed European Zea bass on graded levels of dietary lipid. Solomon et al (2012) had earlier concluded that plant based lipid diets such as groundnut oil, palm oil, and Soya oil are well utilized by *Clarias gariepinus* which was confirmed in this study. Also, plant lipid sources have been reported to be good natural source of carotenoids, tocopherols and tocotrienols which function as natural antioxidant, hence conferring beneficial effects on growth and flesh quality (Lim et al., 2001), Lim et al (2001) reported up to 8% refined bleached and deodorize palm oil to improved performance, protein retention and fillet vitamin E concentration of the African catfish, however this study reveal that African

catfish can tolerate up to 10% GO and still give better result than control diet.

Many previous study on lipid sources had focused on identifying suitable substitute for fish oil (Legendre et al., 1995; Varghese and Oommen, 2000; Rosenlund et al., 2001; Bell et al., 2002; Ng et al., 2003; Aderolu and Akinremi, 2009) without considering acceptable level of inclusion in which addition may be detrimental to fish. Despite better growth linked to the addition of GO compared to control diet, this study observed significant decline in growth at levels beyond 2.50% inclusion of GO, Scaifed et al., (2000) has reported that high dietary lipid in feed make growth lower in fish due to lipids oxidation. The increase in feed conversion ratio FCR with increasing GO level is an indication of higher dietary requirement to attain 1kg of flesh, this is in agreement with reported works of Einen and Roem (1997); Weatherup et al., (1997) and Pie et al., (2004). Despite better growth observed with the addition of GO compared to control diet, decrease in protein efficiency ratio with increasing high lipid levels was a fundamental observation in this study, this is in agreement with previous studies by Einen and Roem (1997), Weatherup et al., (1997), Pie et al., (2004) and Aderolu and Akinremi, (2009). There was no observed problem with palatability and digestibility as the amount of feed fed for diet with GO was significantly higher than the control, this observation is supported by the woks of Aderolu and Akinremi (2009) on the utilization of coco-nut oil and pea-nut oil in catfish feed. Also Sotolu (2010) reported similar findings

when fingerlings of *Clarias gariepinus* were fed diet containing beneseed oil.

Protein content of fish fed diet containing 2.50% GO was higher ( $14.89 \pm 0.11$ ) compared with fish fed diet with higher levels of GO (Table 4). Although Bell et al., (2002) and Ng et al., (2003) had reported that use of high levels of palm oil in fish diets decrease the concentrations of beneficial omega-3 HUFA and general fat content in fish fillets, the observation of this study was contrary to this hypothesis as lipid accumulate more despite lower growth in fish fed above 2.50% GO. Caballero et al., (2004) had reported that the reduction of dietary essential fatty acids due to the inclusion of vegetable oils in the diets of fish tends to promote fat accumulation in the liver of sea bream. Babalola and Adebayo, (2007) however, reported that lipid, ash, protein, crude fibre, and moisture composition of *Heterobranchus* fed different levels of Palm oil were not statistically different after 8 weeks. Inverse relation between body protein and lipid content was observed in this study and is in accordance with reported works by Jokumsen and Aisted, (1990); Bell et al., (2002) in Salmonids and by Babalola and Adebayo, (2007).

Conclusively, fingerlings of *Clarias gariepinus* were able to utilize higher levels of groundnut oil effectively up to 10% level of inclusion, however optimally growth performed of *Clarias gariepinus* was at 2.5% GO in the diet, optimal levels of various other vegetable sources of dietary lipid may be tested to provide suitable alternative for aqua feed

**Table 3.** Growth performance and nutrient utilization of *clarias gariepinus* fingerlings fed diets containing varying levels of groundnut oil

| Parameter           | Diet 1             | Diet 2             | Diet 3              | Diet 4              | Diet 5              | SEM   |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Mean Initial Weight | 1.87               | 1.84               | 1.86                | 1.86                | 1.85                | 0.003 |
| Mean Final Weight   | 3.37 <sup>e</sup>  | 3.73 <sup>a</sup>  | 3.62 <sup>b</sup>   | 3.47 <sup>c</sup>   | 3.44 <sup>d</sup>   | 0.23  |
| Mean weight gain    | 1.51 <sup>e</sup>  | 1.89 <sup>a</sup>  | 1.76 <sup>b</sup>   | 1.62 <sup>c</sup>   | 1.56 <sup>d</sup>   | 0.04  |
| Mean growth rate    | 0.027 <sup>c</sup> | 0.034 <sup>a</sup> | 0.031 <sup>ab</sup> | 0.028 <sup>bc</sup> | 0.029 <sup>bc</sup> | 0.005 |
| SGR                 | 1.046 <sup>d</sup> | 1.26 <sup>a</sup>  | 1.19 <sup>b</sup>   | 1.11 <sup>c</sup>   | 1.11 <sup>c</sup>   | 0.02  |
| Feed fed            | 7.05 <sup>c</sup>  | 7.79 <sup>a</sup>  | 7.67 <sup>b</sup>   | 7.64 <sup>b</sup>   | 7.64 <sup>b</sup>   | 0.81  |
| FCR                 | 5.10 <sup>a</sup>  | 4.13 <sup>e</sup>  | 4.38 <sup>d</sup>   | 4.72 <sup>c</sup>   | 4.79 <sup>b</sup>   | 1.09  |
| FCE                 | 21.75 <sup>e</sup> | 24.24 <sup>a</sup> | 22.15 <sup>b</sup>  | 21.15 <sup>c</sup>  | 20.91 <sup>d</sup>  | 0.02  |
| PER                 | 0.043 <sup>d</sup> | 0.054 <sup>a</sup> | 0.05 <sup>b</sup>   | 0.05 <sup>b</sup>   | 0.046 <sup>c</sup>  | 0.001 |
| ANPU                | 11.61 <sup>d</sup> | 18.35 <sup>a</sup> | 17.63 <sup>b</sup>  | 13.11 <sup>c</sup>  | 10.61 <sup>d</sup>  | 0.23  |
| % Survival rate     | 57.5 <sup>a</sup>  | 75.0 <sup>c</sup>  | 67.5 <sup>b</sup>   | 67.5 <sup>b</sup>   | 67.5 <sup>b</sup>   | 3.02  |

Mean in the same row with different superscript differ significantly ( $P > 0.05$ ), means were separated using Fisher's least significant difference

**Table 4.** Proximate composition Carcass before and after feeding with diets containing different levels of groundnut oil

| Parameter | Initial            | Diet 1             | Diet 2             | Diet 3             | Diet 4             | Diet 5             | SEM   |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| Moisture  | 78.13 <sup>a</sup> | 66.35 <sup>b</sup> | 64.35 <sup>b</sup> | 63.10 <sup>d</sup> | 64.73 <sup>c</sup> | 64.87 <sup>c</sup> | 0.002 |
| Protein   | 8.46 <sup>a</sup>  | 12.53 <sup>d</sup> | 14.89 <sup>a</sup> | 14.63 <sup>b</sup> | 13.05 <sup>c</sup> | 12.18 <sup>e</sup> | 2.03  |
| Fat       | 6.87 <sup>e</sup>  | 7.03 <sup>d</sup>  | 8.40 <sup>c</sup>  | 9.76 <sup>b</sup>  | 10.04 <sup>a</sup> | 10.08 <sup>a</sup> | 1.42  |
| Fibre     | 2.00 <sup>e</sup>  | 2.02 <sup>d</sup>  | 2.56 <sup>a</sup>  | 2.37 <sup>b</sup>  | 2.12 <sup>c</sup>  | 2.04 <sup>d</sup>  | 0.003 |
| Ash       | 2.84 <sup>a</sup>  | 2.07 <sup>f</sup>  | 2.64 <sup>b</sup>  | 2.43 <sup>c</sup>  | 2.35 <sup>d</sup>  | 2.12 <sup>e</sup>  | 0.02  |
| NFE       | 7.80 <sup>b</sup>  | 6.70 <sup>c</sup>  | 5.72 <sup>d</sup>  | 7.71 <sup>b</sup>  | 7.71 <sup>b</sup>  | 8.71 <sup>a</sup>  | 1.53  |

Mean in the same row with different superscript differ significantly ( $P > 0.05$ ), means were separated using Fisher's least significant difference

## REFERENCES

- A. O. A. C. (Association of Official Analytical Chemists) (2000). Official methods of analysis 16<sup>th</sup> edition, Arlington Virginia, USA.
- Aderolu, A.Z. & Akinemi, O.A. (2009). Dietary effects of coco-nut oil and peanut oil in improving biochemical characteristic of *Clarias gariepinus* (juvenile). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 9:105-110.
- Babalola, T.O. & Adebayo, M.A. (2007). Effects of dietary lipid level on growth performance and feed utilization of *Heterobranchius longifilis* fingerlings, *Journal of Fisheries International*, 2:60-64. doi: [jfish.2007.60.64](https://doi.org/10.1007/s10646-007-9064-4)
- Barlow, S. (2000). Fishmeal and oil: Sustainable feed ingredients for aquafeeds. *Global Aquaculture Advocate*. 4: 85-88
- Barlow, S.M. & Pike, I.H. (1999). Aquaculture feed ingredient in year 2010. In: C.E. Nash and V. Julian (Eds). Fish meal and fish oil. In report Aquavision 98. Nutreco Aquaculture, c/o skretting As, Stavanger, Norway. 71 -72
- Bell, J.G., Henderson, R.J., Tocher, D.R., Mc Ghee, F., Dick, J.R., Potter, A., Smullen, R.P. & Sargent, J.R. (2002). Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*), effects on the muscle fatty acid composition and hepatic acid metabolism. *Journal of Nutrition*. 132: 220-230. Available at <http://jn.nutrition.org/content/132/2/222.full.pdf+html>
- Caballero, M.J., Izquierdo, M.N., Kjørsvik, E., Fernandez, A.J. & Rosenlund, G. (2004). Histological alterations in the liver of sea bream *Sparus aurata* L. caused by short or long term feeding with vegetable oil. Recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. *Journal of Fish Diseases*. 27:531. doi: [10.1111/j.1365-2761.2004.00572.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2004.00572.x)
- Chou, B.S. & Shiau, S.Y. (1996). Optimal dietary lipid level for growth in juvenile hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* X *Oreochromis aureus*. *Aquaculture*. 143: 185-195. doi: [10.1016/0044-8486\(96\)01266-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(96)01266-5)
- Dunham, R.A., Majumdar, K., Hallerman, E., Bartly, D., Mair, G., Hulata, G., Liu, Z., Pongthan, N., Bakos, J., Penman, D., Gupta, M., Rothlisberg, P. & Hoerstgen-Schwark, G. (2001). Review of the status of aquaculture genetics. In: R. P. Subasinghe P, Bueno MJ, Philips C, Hough SE, Mc Gladden & JR Arthur (Eds). Aquaculture in the third millennium. Technical proceeding of the conference on aquaculture in the third millennium, Bangkok, Thailand, 20-25 February, 2000 PP137-166.NACA. Bangkok and FAO, Rome.
- Einen, O. & Roem, A.J. (1997). Dietary protein/ energy ratios for Atlantic salmon in relation to fish size, growth, feed utilization and slaughter quality. *Aquaculture Nutrition*, 3: 115-126. doi: [10.1046/j.1365-2095.1997.00084.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.1997.00084.x)
- Goda, A.M., El, A.S., Haroun, E.R. & Kabirchowdhury, M.A. (2007). Effect of totally or partially replacing of fish meal by alternative protein source in growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell,1822) reared in concrete tanks: *Aquaculture Research* 38: 229-287. doi: [10.1111/j.1365-2109.2007.01663.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01663.x)
- Jokumsen, A. & Aisted, N. (1990). Orredvaekst 1 relation til forholdet mellem protein og fedt 1 foderet. Medd. Forsogsdambruget. 80: 1-15.
- Karapan, A. (2002). Studies to optimize poly unsaturated fatty acid composition of tilapia for human consumption in S.E. Asia. *Aquaculture News*. 28:6-7.
- Legendre, M., Kerdrachuan, N., Corraze, G. & Bergot, P. (1995). Larval rearing of an African catfish, *Heterobranchius longifilis* Teleostei, Clariidae: effect of dietary lipid son growth, survival and fatty acid composition of fry. *Aquatic Living Resources*. 8: 355-363. doi: [10.1051/alr:1995040](https://doi.org/10.1051/alr:1995040)
- Lim, P.K., Boey, P.L. & Ng, W.K. (2001). Dietary palm oil level effects on growth performance, protein Retention and Tissue Vitamin E Concentration of African catfish *Clarias gariepinus*. *Aquaculture*. 202:101-102. doi: [10.1016/S0044-8486\(01\)00563-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00563-4)
- Ng, W.K. Tee, M.C. & Boey, P.L. (2000). Evaluation of crude palm oil and refined palm oil as dietary lipids in pelletized feeds for a tropical bagrid catfish, *Mystus nemurus* (Cuvier & Valenciennes). *Aquaculture Research*, 31:337-347. doi: [10.1046/j.1365-2109.2000.00437.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2000.00437.x)
- Ng, W.K. Lim, P.K. & Boy, P.L. (2003). Dietary palm oil source affects growth fatty acid composition and muscle X-tocopherol concentration of African catfish (*Clarias gariepinus*). *Aquaculture*. 215:229-243. doi: [10.1016/S0044-8486\(02\)00067-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00067-4)
- Ochang, S.N., Fagbenro, O.A. & Adebayo, O.T. (2007). Influence of dietary palm oil on growth response, carcass composition, haematology and organoleptic properties of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6: 424-429. Available at <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/pjn/2007/424-429.pdf>
- Okullo, J.B.L., Omuja, F., Agea, J.G., Vuzi, P.C., Namutebi, A., Okelle, J.B.A. & Nyanzi, S. A. (2010). Physio-chemical characteristic of shea-butter (*Vitellaria paradoxa*, C.F. Gaertn) oil from shea-districts of Uganda. *African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development* 10:1-15. doi: [10.4314/ajfand.v10i1.51484](https://doi.org/10.4314/ajfand.v10i1.51484)
- Peres, H. & Oliva-Teles, A. (1999). Effect of dietary lipid level on growth performance and feed utilization by European sea bass juvenile (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 179: 325-334. doi: [10.1016/S0044-8486\(99\)00168-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00168-4)
- Pie, Z., Xhu X. & Yang, Y. (2004). Comparative Study on the Effect of Dietary Lipid level on Growth and Feed Utilization for Gibel carp (*Carrasius auratus* Gibelio) and Chinese long snout catfish (*Leiocassis longirostris*, Gunther). *Aquaculture Nutrition*. 10:209-216. doi: [10.1111/j.1365-2095.2004.00291.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2004.00291.x)
- Regost, C., Arzel, J., Robien, J., Roseland, G. & Kaushik, S.J. (2003). Total replacement of fish oil by soybean or linseed oil with a return to fish oil in turbot growth performance. Flesh fatty acid profile and lipid metabolism. *Aquaculture*, 217:465-4820. doi: [10.1016/S0044-8486\(02\)00259-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(02)00259-4)
- Robinson, Z.H., Menghe, H.L. & Manning, B.B. (2001). A practical guide to nutrition, feed and feeding of catfish. MiSSiPi State University Publication No.1113, 39 pp.
- Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M. G., Standal, H. & Tveit, K. (2001). Effect of alternative lipid sources on long term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research*. 32: 323-328. doi: [10.1046/j.1355-557x.2001.00025.x](https://doi.org/10.1046/j.1355-557x.2001.00025.x)
- Scaife, J.R.G.E., Murray, I., Fletcher, T.C. & Henlihan, D.F. (2000). Influence of  $\alpha$ -tocopherolacetate on the short and long-term storage properties of filets from Atlantic salmon (*Salmon salar*) fed high lipid diet. *Aquaculture Nutrition*. 6:65-71. doi: [10.1046/j.1365-2095.2000.00128.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2000.00128.x)
- Solomon, S.G., Ataguba, G.A. & Imbur, L. (2012). Growth Performance of Juvenile of *Clarias gariepinus* Fed Different Lipid Sources. *International Journal of Research In Fisheries and Aquaculture*. 2:52-55.
- Sotolu, A.O. (2010). Feed utilization and biochemical characteristics of *Clarias gariepinus* (Burchell,1822) fingerlings fed diet containing fish oil vegetable oil as total replacements. *World Journal of Fish and Marine Science*, 2:93-98. Available at [http://idosi.org/wjfm/wjfm2\(2\)10/4.pdf](http://idosi.org/wjfm/wjfm2(2)10/4.pdf)
- Varghese, S. & Oommen, O.V. (2000). Long-term feeding of dietary oils alters lipid metabolism, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in a teleost (*Anabas testudineus* Bloch). *Lipids*. 35:757-762. doi: [10.1007/s11745-000-0582-2](https://doi.org/10.1007/s11745-000-0582-2)
- Weatherup, R.N., Mc Cracken, K.J., Foy, R., Rice, D., Mc Kendry, J., Mairs, R.J. & Hoey, R. (1997). The effects of dietary fat content on performance and body composition of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 151: 173- 184. doi: [10.1016/S0044-8486\(96\)01507-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01507-4)
- Yusuf, A.M., Olafadehan, O.A., Obun, C.O., Inuwa, M., Garba, M.H. & Shagwa, S.M. (2009). Nutritional evaluation of Shea butter fat in fattening of Yankassa sheep. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8: 1062-1067.

TEKNİK NOT

TECHNICAL NOTE

## Fethiye’de (Ege Denizi) kullanılan derinsu orfoz oltasının teknik özellikleri

### Technical characteristics of deep-sea rod and reel for groupers in Fethiye (Aegean Sea)

Okan Akyol\* • Tefik Ceyhan

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 35440 Urla, İzmir, Türkiye

\* Corresponding author: [okan.akyol@ege.edu.tr](mailto:okan.akyol@ege.edu.tr)

Received date: 26.10.2016

Accepted date: 23.12.2016

**How to cite this paper:**

Akyol, O. & Ceyhan, T. (2017). Technical characteristics of deep-sea rod and reel for groupers in Fethiye (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(1): 115-117. doi:10.12714/egejfas.2017.34.1.16

**Öz:** Bu çalışma, Fethiye yöresinde derinsu orfozları için kullanılan bir olta tipinin teknik özellikleri ve avlama yöntemini ilk kez rapor etmektedir. Bu yöntem bölgede sadece iki balıkçı teknesi tarafından kullanılmaktadır, birçok amatör balıkçı yıldan yıla bu balıkçılığa katılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Orfoz, kamışlı-makaralı olta, Fethiye, Ege Denizi

**Abstract:** This study reports fishing method and technical characteristics of a deep-sea rod and reel for deep-sea groupers in Fethiye region for the first time. Many of recreational fishermen participate to this fishery year by year, while this fishing method uses only two fishing vessels in the area.

**Keywords:** Groupers, rod and reel, Fethiye, Aegean Sea

## GİRİŞ

Serranidae familyasına mensup orfozlar demersal türlerdir ve tüm tropikal ve ılıman denizlerde 200’den fazla türü bulunmaktadır; bunların 14’ü Akdeniz’de yaşamaktadır (Golani vd., 2006). Bunlardan 10 adedi (*Epinephelus aeneus*, *E. caninus*, *E. costae*, *E. haifensis*, *E. marginatus*, *Mycteroperca rubra*, *Polyprion americanus*, *Serranus cabrilla*, *S. hepatus* ve *S. scriba*) Türkiye sularında bulunmaktadır (Bilecenoğlu vd., 2014). Son olarak 2 Kasım 2014’te Antalya limanından örneklenen bir Lesepsiyen serranid türü olan turuncu benekli orfoz (*Epinephelus coioides*) Türkiye denizleri için ilk kayıt olarak verilmiştir (Gökoğlu ve Özvarol, 2015).

Bu türlerden derin sularda yaşayan, özellikle *P. americanus* (400-1000 m), *E. haifensis* (80-400 m), *E. caninus* (150-300 m) gibi türler son yıllarda Fethiyeli ve Alanyalı balıkçıların ilgisini çekmiş ve önce Alanya’da “derinsu patlak paragatı” adıyla bu türlerin avında kullanılmaya başlanmıştır (Akyol, 2012). Son olarak Fethiyeli bazı balıkçıları ise “derinsu patlak oltasını” geliştirerek bu türlerin avcılığında Akdeniz kıyıları boyunca 2012 yılından beri kullanmaya başlamışlardır (G. Erkek, kişisel görüşme).

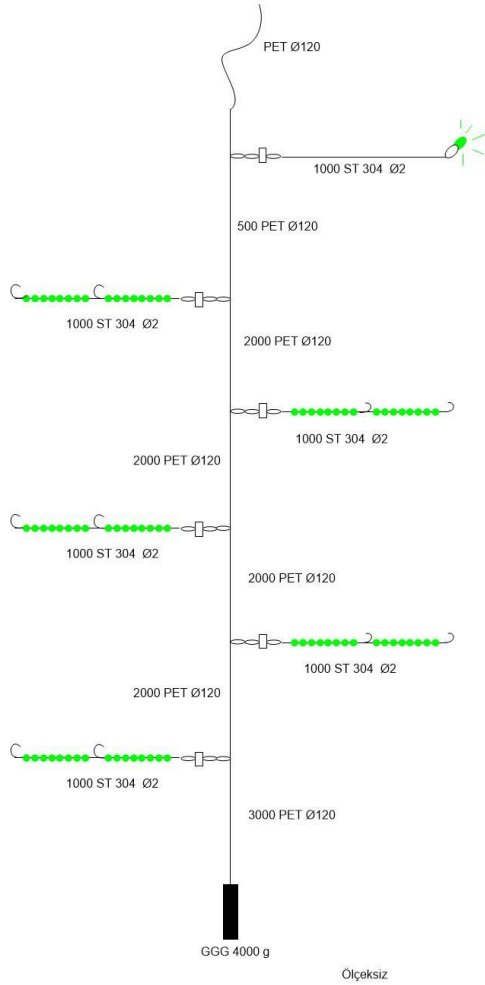
Bu çalışmayla bu ilginç oltanın teknik özellikleri ve av yöntemi ilk kez raporlanmıştır olacaktır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, 27–28 Mayıs 2016 tarihinde Fethiye balıkçı barınağında yürütülmüştür. Barınakta mevcut teknelerden ikisinin kullandığı bir derinsu oltasının teknik özellikleri yerinde incelenmiş, ölçümleri alınmış, tüm aparatları tek tek fotoğraflanmış ve kullanıcılarıyla görüşülmüştür. Teknelerden av kaydı tutan birinin bu olta ile yaptığı günlük av sonuçları ağırlık olarak kaydedilmiştir. Av aracının teknik özellikleri MS-Visio 10.0 programında ölçeksiz olarak çizilmiştir.

## BULGULAR

Derinsu orfoz oltası (Şekil 1) toplam 1000 m uzunluğunda, 1,5 mm dakron (Polietilen tereftalat=PET) ana bedene sahip olup, firdöndüden sonra 12 m’lik 1,2 mm çapında yine dakron ip bir ara bedene bağlanmıştır. Ara bendenin ucunda 4 kg’lık bir demir ağırlık bağlıdır. Köstekler 2 mm çapında ve 1 m uzunluğunda çelik teldir. Her kösteğe 2 adet (biri hırsızlı) 3-4 no düz iğne kullanılmış olup, her iki iğnenin bağlı olduğu çelik kösteklerin aralarına onar adet yeşil fosforlu boncuk dizilmiştir. Çelik köstekler firdöndü ile ara bedene bağlanmıştır. 2 m arayla ara bedene yerleştirilen 5 köstek için toplam 10 adet iğne kullanılmaktadır. Oltanın en üstteki kösteğinin yarım metre üzerine 1 m’lik bir misina veya çelik tele bağlı saniyede bir çakan yeşil ışıklı led konulmaktadır.



**Şekil 1.** Derinsu patlak oltasının teknik özellikleri

**Figure 1.** Technical characteristics of deep-sea rod and reel for groupers

Takım derin sularda kullanıldığı ve çok uzun olduğu için Fethiyeli balıkçılar bu kamışlı oltayı elektrikle çalışan otomatik bir tambur sistemiyle tekne küpeşesine sabitlemişlerdir (Şekil 2). Bu sayede iş gücünden tasarruf sağlanmaktadır. Derin sularda eko-saunders ile taşlık alan arayan tekne bulduğu taşın üzerinde sabit durmaya çalışarak oltayı taşın üzerine indirmekte, 5-10 dakika kadar beklemektedir. Balık oltaya vurmazsa bu defa tekne 50 m kadar kaydırılarak yarım ya da bir saat süresince bölgede gezdirilmektedir.



**Şekil 2.** Derinsu patlak oltası ve yakalanan hedef balıklar  
**Figure 2.** Deep-sea rod and reel and target fish

Tüm yıl boyunca kullanılabilen patlak oltası, özellikle Eylül-Ekim / Mart-Nisan aylarında Fethiye, Marmaris, Kalkan, Finike, Antalya'ya kadar olan sahalarda, 250–800 m derinliklerde, taşlık zeminlere kullanılmaktadır. Yem olarak ithal uskumru, sardalya, kefal, mercan, vb. tercih edilmektedir. Bu oltadan balıkçıların kara, beyaz ve karafatma sınıflarıyla “siçoz” ya da “patlak” adını verdiği orfoz türleri (*Polyprion americanus*, *Epinephelus caninus*, *E. haifensis*) dışında nadiren yağ balığı (*Ruvettus pretiosus*), lahos (*E. aeneus*), bakalyaro (*Merluccius merluccius*) ve köpekbalıkları vb. yakalanabilmektedir.

Fethiye limanında 2 kılıç teknesi tarafından dönemsel olarak kullanılan bu oltalar, amatör teknelerin bu oltayı keşfetmesiyle tekne sayılarının 50'yi bulduğu ifade edilmiş ve bu işin amatörlikten çıkarak balık satışının da yapıldığı bir illegal duruma dönüştüğü balıkçılar tarafından ifade edilmiştir. En çok beyaz siçoz balığının para ettiğini belirten balıkçılar, günde tekne başına en az 8, en çok 40 adet balık yakaladıklarını ve balıkların ağırlıklarının 10-40 kg arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, bir teknenin bu av aracıyla toplam 11 günlük olta operasyonları sonucu kayıt altına alınan patlak türlerinin toplam ağırlıkları günde 18 ila 350 kg arasında değişmiş olup; günlük ortalama yakalanan miktar 111,2 kg  $\pm$  32,6 olarak hesaplanmıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Akdeniz için karizmatik tür olan orfozların gittikçe azalmakta olduğu bilinmektedir. Özellikle zıpkın ve paraketa ile kıyılarda avlanan orfoz (*E. marginatus*) için uzunca bir süredir av yasağı uygulanmaktayken; 1 Eylül 2016 tarihinde yürürlüğe giren 4/1 numaralı ticari amaçlı su ürünleri avcılığının düzenlenmesi hakkında tebliğde (Tebliğ no. 2016/35) avlanma yasağına lahos (*E. aeneus*) da eklenmiştir. Ancak oldukça derin sularda (80-1000 m) yaşayan siçoz türleri için, son yıllarda hedeflendiği ve stoklarının bu sularda avlanan av aracı ve av gücünün göreceli olarak düşük olduğu hesaba katıldığında, şimdilik bir tehlike söz konusu değildir. IUCN kırmızı listesinde bu türler için veri eksikliği (data deficient, DD) bildirilirken; orfoz için tehlike altında (endangered, EN) ve lahos için ise yakın tehdit (near threatened, NT) bildirilmektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'de ilk kez 2012 yılında Fethiye yöresinde kullanılmaya başlayan derinsu patlak oltasının teknik detayları ve kullanım tekniği ilk kez tanımlanmıştır. Hedeflediği türler bakımından bu oltanın profesyonel anlamda balıkçıya dönemsel olarak iyi bir getiri sağladığı görülmektedir. Daha önce Akyol (2012) tarafından teknik detayları açıklanmış olan ve Antalya yöresinde 1974'lerden bu yana kullanılan “derinsu patlak paragatı” Anamur-Finike arasında 14 tekne tarafından kullanılmaktayken, bahsi geçen bu patlak oltası sadece 2 tekne tarafından Marmaris-Antalya arasında kullanılmaktadır. Böylece aynı alanda aynı stoğu hedefleyen balıkçılık gücünün daha da arttığı görülmektedir. Üstelik bu olta tipinin amatör balıkçılarca da kullanılmaya başlanmış olması, stoklar üzerine bir tehdit olarak ortaya çıkabilir. Bu durumda, bu oltanın

amatörler tarafından kullanılması çok sıkı denetlenmeli ve satışına asla izin verilmemelidir. Aynı stoktan avlanan ve her geçen yıl artan balıkçılık gücünün bu derinsu orfoz stoklarına olan etkisi yakın gelecekte araştırılmalı ve bu türlerin sürdürülebilir yönetimi için öneriler geliştirilmelidir.

#### KAYNAKÇA

- Akyol, O. (2012). Technical characteristics of deep-sea longline for dusky grouper in the Gulf of Antalya (Mediterranean Sea) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(3): 147-149. doi: [10.12714/egejfas.2012.29.3.08](https://doi.org/10.12714/egejfas.2012.29.3.08)
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B. & Çiçek, E. (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turk J Zool.*, 38: 901-929. doi: [10.3906/zoo-1405-60](https://doi.org/10.3906/zoo-1405-60)

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde yardımlarını gördüğümüz Fethiyeli balıkçı reisleri Gökhan Erkek ve Ethem Öçal'a şükranlarımızı sunarız.

- Golani, D., Öztürk, B. & Başusta, N. (2006). The Fishes of the Eastern Mediterranean. Turkish Marine Research Foundation, İstanbul, Turkey, 259 pp.
- Gökoğlu, M. & Özvarol, Y. (2015). *Epinephelus coioides* (Actinopterygii: Perciformes: Serranidae) -A new Lessepsian migrant in the Mediterranean coast of Turkey. *Acta Ichthyol. Piscat.* 45 (3): 307-309. doi: [10.3750/AIP2015.45.3.09](https://doi.org/10.3750/AIP2015.45.3.09)



ISSN: 1300-1590



13001590