

# Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

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

ISSN 1300 - 1590 / E-ISSN 2418-3140

# EgeJFAS

## Su Ürünleri Dergisi

**Volume 35 Number 2**

**2018**



**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.egefjas.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@egefjas.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 Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.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 ('<sup>1</sup>') 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 Aquat Sci*). Article titles are not italicized. If the journal is paginated by issue the issue number should be in parentheses.

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

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

### Journal Articles

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

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

### Books

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

### Chapter in Books

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

### Proceedings

Soultos, N., Liosifidou, 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. Altinelataman (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 iTCheck plagiarism checker software is used for plagiarism detection.

## Indexes

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

## Corresponding Address

*Su Ürünleri Dergisi*  
Ege University Faculty of Fisheries  
35100 Bornova-Izmir, Turkey  
Phone: +90 232 311 3838  
Fax: +90 232 388 3685  
E-mail: editor@egefjas.org

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

# Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 35 Number 2

ISSN 1300-1590 / E-ISSN 2418-3140

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

### ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

An overview on the distribution of *Synurella* genus in Turkey (Crustacea:Amphipoda)

*Synurella* cinsinin Türkiye'deki dağılımına genel bir bakış (Crustacea: Amphipoda)

Murat Özbeş ..... 111-114

Determination of the quality changes of whole cuttlefish (*Sepia officinalis*, L., 1758) stored at 2°C

Bütün olakar +2 °C'de depolanan mürrekkep balığının (*Sepia officinalis*, L., 1758) kalite değişimlerinin tespit edilmesi

Gülgün F. Ünal Şengör, Zafer Ceylan, Hande Doğruyol ..... 115-119

Designing of ultraviolet irradiation unit: Effects on disinfection performance and operating costs

Ultraviyole ıslanma ünitesinin dizaynı: Dezenfeksiyon performansı ve işletme maliyetleri üzerine etkileri

Halil Şen, Ulviye Karacalar ..... 121-124

Evaluation of growth performance and intestine villi morphology of black sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) fed with different protein levels containing diets

Farklı protein düzeyleri beslenen karadeniz alabalığı (*Salmo labrax* Pallas, 1814)'nın büyümeye performansı ve bağırsak villi morfolojisinin belirlenmesi

Osman Tolga Özel, Eyüp Çakmak, İsa Coşkun, Ekrem Cem Çankırılıgil ..... 125-130

Yüksek sıcaklıkla oksidatif stres maruz bırakılan Gökkuşağı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), Karayemiş yaprağı (*Laurocerasus officinalis* Roem.) ekstraktının büyümeye, yaşama orâne ve bazı antioksidan enzimler üzerinde etkisi

The effect of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) leaf extract on the growth, survival and some antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) exposed to oxidative stress induced by high temperature

Ayşe Parlak Akyüz, Seval Dernekbaşı, İsmihan Karayücel ..... 131-139

Gamogenetic cycle, condition index and meat yield of the Noah's Ark shell (*Arca noae* Linnaeus, 1758) from Gerence Bay, Aegean Sea Turkey

Gerence Körfezi'ndeki Nuhun gemisi türünün (*Arca noae* Linnaeus, 1758) gametogenetik döngüsü, kondisyon indeksi ve et veriminin belirlenmesi

Sefa Acarlı, Aynur Lök, Deniz Acarlı, Aysun Küçükdermençi ..... 141-149

Thalassoterapi uygulamaları için kültür koşullarında yetiştirilen makroalglerin vitamin kompozisyonunun belirlenmesi

Determination of vitamin composition of cultured macroalgae for Thalassotherapy applications

Gamze Turan, Semra Cırık ..... 151-156

Selectivity of turned meshes codends for Deepwater Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*), Horse Mackerel, (*Trachurus trachurus*) and European Hake (*Merluccius merluccius*) in the Aegean Sea

Ege Denizi'nde Derinsu Pembe Karidesi (*Parapenaeus longirostris*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) ve Bakalyaro için (*Merluccius merluccius*) döndürilmiş ağ gözü torba seçiciliği

Tuğçe Şensurat Genç, Muhammet Atamanalp, Celalettin Aydin ..... 157-168

Farklı besin ortamının ve farklı ışık yolu uzunluğunun *Chlorella vulgaris* kültüründe etkisi

The effect of different growth medium and different light path length on the culture of *Chlorella vulgaris*

Yaşar Durmaz, Gülcin Temli ..... 169-174

Length-weight and length-length relationships of chub (*Squalius cephalus*, L., 1758) inhabiting a few inland waters of the Middle Black Sea Region

Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı akarsularda yaşayan tatsu kefali (*Squalius cephalus*, L. 1758)'nın boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri

Melek Özpiçak, Semra Saygın, Enes Hançer, Aykut Aydın, Savaş Yılmaz, Nazmi Polat ..... 175-179

Mortality of Common pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) escaping from demersal trawl codends: Water temperature effect

Dip trolünün torba kısmından kaçan kırma mercan balığının (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) ölüm oranları: Su sıcaklığının etkisi

F. Ozan Düzbastılar, Altan Lök, Ali Ulaş ..... 181-188

Orta Karadeniz'de dip trol balıkçılığı üzerine bir araştırma

An investigation on bottom trawl fishery in the Middle Black Sea

Naciye Erdoğan Sağlam, Serap Samsun ..... 189-193

Effect of some essential oils on the growth of *Scenedesmus subspicatus*

Bazı uçucu yağların *Scenedesmus subspicatus* büyümESİ üzerinde etkileri

Muhammet Ali Karaaslan ..... 195-198

Composition and structure of parasite communities in white bream *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl, Sakarya-Turkey

Sakarya Büyük Akgöl'den tanta balığı *Blicca bjoerkna*'da parazit komünitenin kompozisyon ve yapısı

Ayçanaz Altan, Erhan Soylu ..... 199-206

### DERLEMELER REVIEWS

Endüstriyel balıkçı gemilerinde L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirmesi ve kullanılabilirliği

Risk assessment in industrial fishing vessels by L type matrix method and its usability

Ozan Soyan ..... 207-217

Su ürünleri yetiştiriciliğinde biyoyumak teknolojisi

Biofloc technology in aquaculture

Doğukan Kaya, Ercüment Genç ..... 219-225



Published by  
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey



---

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

---

**Sahibi Director**

Uğur SUNLU **Dekan V. D. Dean**  
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

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

Ufuk ÇELİK  
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

**Yazı İşleri Müdür Yardımcıları Co-Editors-in-Chief**

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

**Yardımcı Editörler Associate Editors**

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

**Teknik Editör Technical Editor**

M. Tolga TOLON Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

**Istatistik Editörü Statistical Editor**

Hülya SAYGI Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

**Yayın Kurulu Editorial Board**

Ela ATIŞ Ege University, İzmir, Turkey  
Aslı BAŞARAN Ege University, İzmir, Turkey  
S. Serap BİRİNÇİOĞLU Adnan Menderes University, Aydın, Turkey  
Javier BORDERÍAS ICTAN-CSIC, Madrid, Spain  
Kurt BUCHMANN Universityof Copenhagen, Copenhagen, Denmark  
İbrahim CENGİZLER Çukurova University, Adana, Turkey  
Meliha Ertan ÇINAR Ege University, İzmir, Turkey  
Yılmaz ÇİFTÇİ Ordu University, Ordu, Turkey  
Deniz ÇOBAN Adnan Menderes University, Aydın, Turkey  
Mark DIMECH FAO Fish. Aqua. Dept., Rome, Italy  
M. Tolga DİNÇER Ege University, İzmir, Turkey  
Ercüment GENÇ Ankara University, Ankara, Turkey  
Ana GORDOA CEAB-CSIC, Madrid, Spain  
Arif GÖNÜLÖL Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey  
Gertrud HAIDVOGL Uni. Nat. Res. Life Sci., Vienna, Austria  
Chiaki IMADA Tokyo Uni. Marine Sci. Tech., Tokyo, Japan  
F. Saadet KARAKULAK İstanbul University, İstanbul, Turkey  
Nilgün KAZANCI Hacettepe University, Ankara, Turkey  
Ferah KOÇAK Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey  
Marcelo de Castro LEAL University of Lavras, Lavras, Brazil  
Aynur LÖK Ege University, İzmir, Turkey

K. Karal MARX Fisheries College and Research Institute, Thoothukudi, India  
Jörg OEHLENSCHLÄGER Seafood Consultant, Hamburg, Germany  
M. Bahadır ÖNSOY Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey  
Murat ÖZBEK Ege University, İzmir, Turkey  
Hüseyin ÖZBİLGİN Mersin University, Mersin, Turkey  
Müfit ÖZULÜĞÜSTÜK İstanbul University, İstanbul, Turkey  
Giuliana PARISI University of Florence, Florence, Italy  
Hatice PARLAK Ege University, İzmir, Turkey  
Ferit RAD Mersin University, Mersin, Turkey  
Şahin SAKA Ege University, İzmir, Turkey  
Radu SUCIU Danube Delta National Institute, Tulcea, Romania  
Tamás SZABÓ Szent István University, Gödöllő, Hungary  
William TAYLOR Michigan State University, East Lansing, USA  
E. Mümtaz TIRAŞIN Dokuz Eylül University, İzmir, Turkey  
Adnan TOKAÇ Ege University, İzmir, Turkey  
Sühendan Mol TOKAY İstanbul University, İstanbul, Turkey  
M. Ruşen USTAOGLU Ege University, İzmir, Turkey  
Mustafa ÜNLÜSAYIN Akdeniz University, Antalya, Turkey  
Hijran YAVUZCAN Ankara University, Ankara, Turkey  
Argyro ZENETOS Hellenic Centre for Marine Research, Anavyssos, Greece

**Yayın Ofisi**  
Halise KUŞÇU

**Editorial Office**  
Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey

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

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

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

**Basım Tarihi Printing Date**  
19 Temmuz July 19<sup>th</sup>, 2018

**İletişim Contact**  
Ege Ün. Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir Ege Uni. Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, Izmir, Turkey  
Tel: +90 232 311 3838 Fax: +90 232 388 3685 <http://www.egefjas.org> [info@egefjas.org](mailto:info@egefjas.org)

## An overview on the distribution of *Synurella* genus in Turkey (Crustacea:Amphipoda)

### *Synurella* cinsinin Türkiye'deki dağılımına genel bir bakış (Crustacea: Amphipoda)

Murat Özbek 

Department of Hydrobiology, Faculty of Fisheries, Ege University, Bornova, İzmir, Turkey  
[ozbekm71@gmail.com](mailto:ozbekm71@gmail.com)

Received date: 16.11.2017

Accepted date: 13.02.2018

#### How to cite this paper:

Özbek, M. (2018). An overview on the distribution of *Synurella* genus in Turkey (Crustacea:Amphipoda). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 111-114. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.01

**Abstract:** The present knowledge on the distribution of the members of stygophile *Synurella* Wrześniowski, 1877 genus inhabiting Turkey is very limited. To date, there are only three species, which are *Synurella osellai* Ruffo, 1974, *Synurella lepida* Mateus and Mateus, 1990 and *Synurella ambulans* (O.F. Müller, 1846), have been reported as the representatives of the genus from Turkey. The present study aims to contribute to the knowledge on the distribution of *Synurella* genus in Turkey. For this purpose, the previous records of *Synurella* genus from Turkey have been compiled and the new records of *S. ambulans* and *S. osellai* were given. Additionally, a map on the distribution of the members of the *Synurella* genus in Turkey and a key are presented.

**Keywords:** Groundwater, eyeless animal, endemic, stygophile, Anatolia

**Öz:** Stigofil *Synurella* Wrześniowski, 1877 cinsinin Türkiye'de dağılım gösteren üyelerinin dağılımları hakkında mevcut bilgiler çok az ve kısıtlıdır. Bu güne dek, bu cinsin sadece 3 üyesi *Synurella osellai* Ruffo, 1974, *Synurella lepida* Mateus and Mateus, 1990 ve *Synurella ambulans* (O.F. Müller, 1846), Türkiye'den rapor edilmiştir. Bu çalışma, *Synurella* cinsinin Türkiye'deki dağılımı hakkında bilgilere katkı sağlamaktedir. Bu amaçla, *Synurella* cinsinin Türkiye'den verilmiş önceki kayıtları derlenmiş ve *S. ambulans* ile *S. osellai* için yeni kayıtlar verilmiştir. İlave olarak, cins *Synurella* cinsinin Türkiye dağılımını gösteren bir harita ve tayin anahtarı sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Yeraltı suyu, gözsüz hayvan, endemik, stigofil, Anadolu

## INTRODUCTION

*Synurella* Wrześniowski, 1877 is a stygophile amphipod genus occurs in the Holarctic region (Karaman 1974, 1990; Barnard and Barnard 1983). The members of the genus can be found in freshwater habitats in lowlands as well as highland rivers, in small ponds, swamps, temporary pools and small streams. Moreover, some of the species belong to the genus have subterranean populations (Boets et al. 2010). The genus *Synurella* is stygophile, but lacking typical stygomorphic features such as anophthalmia, depigmentation and reduced fecundity. The females normally produce no less than 11- 20 small-sized eggs (Sidorov and Palatov, 2012).

The genus was represented by three species in Turkey which are *Synurella ambulans* (O.F. Müller, 1846), *Synurella osellai* Ruffo, 1974 and *Synurella lepida* Mateus and Mateus, 1990. *S. ambulans* is the type species of the genus and has a broad distribution area covering Europe, Russia and Turkey while *S. osellai* and *S. lepida* are endemic for Anatolia. The data

on the distribution of the members *Synurella* genus in Turkey are very scarce and comprise only the type localities of the two species indeed, except those on the distribution of *S. ambulans*.

In the present study, the previous records of *Synurella* genus from Turkey have been compiled and the new records of *S. ambulans* and *S. osellai* were given in addition to distribution map and a key for the genus.

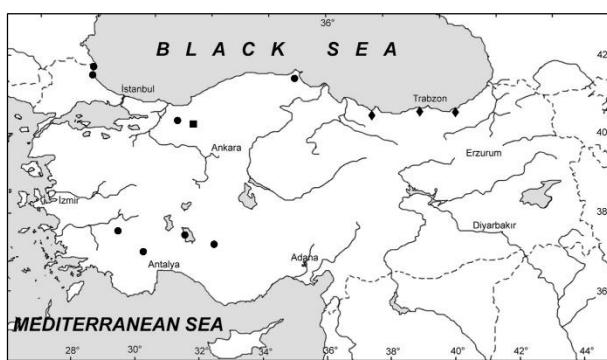
## MATERIALS AND METHODS

*Synurella* specimens were collected on 11.07.2011 from a ditch near Saklıgöl Lake, Denizli province with a fine-mesh hand-net and preserved in 70% ethanol in the field (Fig. 1, Fig. 2). Similarly, *S. osellai* specimens were also sampled on 10.10.2014 with a hand net from Solaklı Stream (Trabzon province) and preserved in 4% formalin solution in field. The sampled specimens were examined and dissected under a

stereomicroscope, and slide mounts were examined under a compound microscope. Length measurements were made along the dorsal outline of the animals, from the tip of the rostrum to the end of the urosome.



**Figure 1.** Sampling localities of *S. ambulans* (left: Saklıgöl Lake; arrow indicates the sampling point) and *S. osellai* (right: Solaklı Stream)



**Figure 2.** Distribution of *Synurella* genus in Turkey (*S. ambulans*: circle; *S. lepida*: square; *S. osellai*: diamond).

Some of the physico-chemical parameters were measured in the field with a WTW pH330 model pH-meter, a YSI 30 model SCT-meter (Salinity-Conductivity-Temperature meter), and a WTW Oxi330 model dissolved oxygen-meter.

All material is deposited in the ESFM (Museum of Faculty of Fisheries, Ege University, İzmir, Turkey).

## RESULTS AND DISCUSSION

### *Synurella ambulans* (F. Müller, 1846) (Figs 3-4)

Material examined: 12 males and 15 females (ESFM-MALI/11-04), from a ditch near Saklıgöl Lake ( $37^{\circ}46'36.64''N$ - $29^{\circ}23'48.99''E$ ), Denizli Province. Sampling date 11.07.2011.

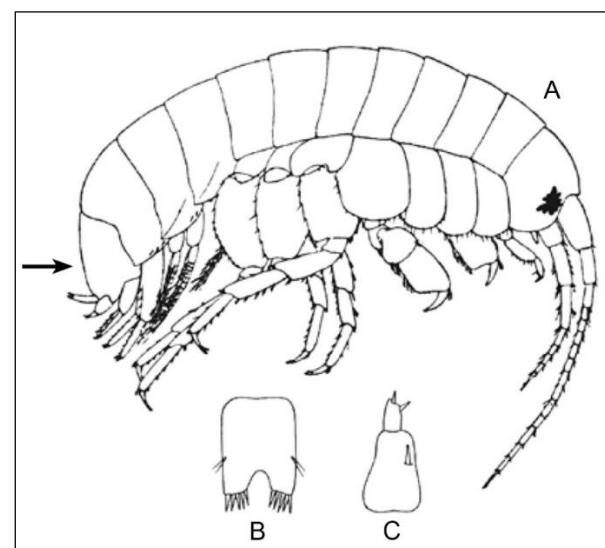
Ecological features of the sampling locality: Water temperature  $27.5^{\circ}C$ ; pH 8.34; dissolved oxygen 4.3 mg/l; salinity 0.5 ppt; electrical conductivity  $1038 \mu S_{25^{\circ}C}$ ; altitude 953 m a.s.l.

*S. ambulans* is the most popular type of this genus in Turkey (Fig. 4). Ruffo (1974), reported this species at four localities from Turkey, which were Sinop, Beyşehir Lake, Abant Lake (Bolu) and Kızılıcadağ (Antalya) (Fig. 2). After his study, there was no record of this species from Turkey for a long time. Then, Ustaoglu et al. (2004) mentioned the existence of *S. ambulans* in Gavur Lake, which is located in the northern part of Taurus Mountains. Özbek et al. (2017) contributed the knowledge on distribution of the species with two records,

Hamam Lake and Erikli Lake, from Turkish Thrace Region. In general, the members of the *Synurella* genus (except *S. ambulans*) have localized in limited areas. *S. ambulans* has been recorded from a relatively bigger area covering Balkan Peninsula, middle and eastern Europe (Barnard and Barnard, 1983) and western part of Russia. *S. ambulans* specimens live in semi-subterranean habitats and especially prefers stagnant parts of waters which are connected subterranean waters (Sidorov and Palatov, 2012).



**Figure 3.** Habitus of *Synurella ambulans* (♀) sampled from Saklıgöl Lake, Denizli Province (Original photo)

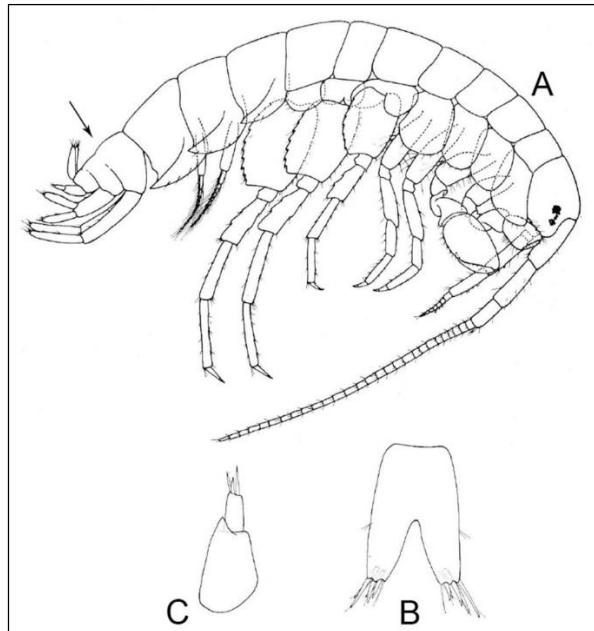


**Figure 4.** *Synurella ambulans* (O.F. Müller, 1846). A: habitus; B: telson; C: uropod 3, from Schellenberg (1942)

### *Synurella osellai* Ruffo 1974 (Fig 5)

Material examined: 2 males and 3 females (ESFM-MALI/14-01), from Solaklı Stream, ( $40^{\circ}52'37.37''N$ - $40^{\circ}16'53.53''E$ ), Trabzon Province. Sampling date 10.10.2014.

Ecological features of the sampling locality: Water temperature 19.1 °C; pH 8.4; dissolved oxygen 8.9 mg/l; salinity 0.1 ppt; electrical conductivity 126 µS<sub>25°C</sub>; altitude 60 m a.s.l.

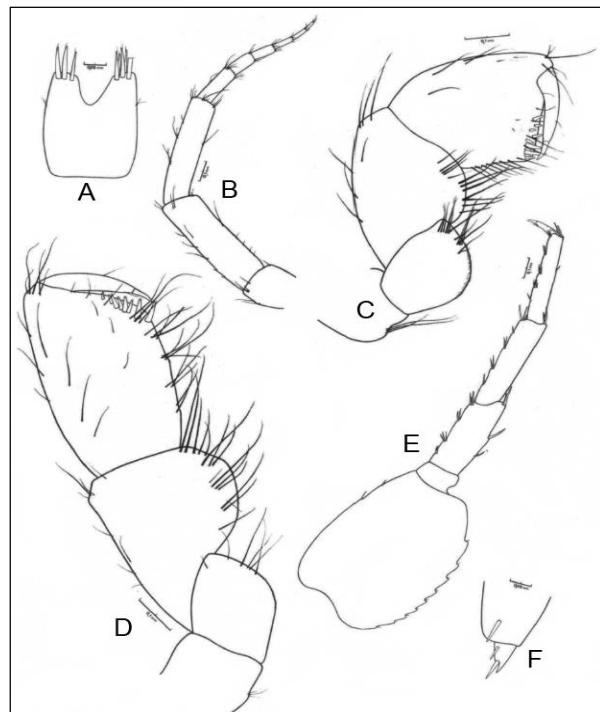


**Figure 5.** *Synurella osellai* Ruffo 1974. A: habitus; B: telson; C: uropod 3, from Ruffo (1974)

The species was found at the lower part of the Solaklı Stream just 60 m above the sea level. The stream was clear and has a pebbly-stony bottom with moderate velocity and weak vegetation at the sampling locality (Fig. 1).

*S. lepida*, a semi-subterranean amphipod species endemic for Turkey, was described from Adapazari-Düzce in 1990 for the first time. In its original description (Mateus and Mateus, 1990), morphological features of the species were explained in detail but the drawings of the extremities of both sexes were inadequately presented by the authors (Fig. 6). Along the original drawings and description of *S. lepida*, there are some doubts on the status of the species. The authors stated that there is no sexual dimorphism except the presence of incubating lamellae in females (Mateus and Mateus, 1990); but in *Synurella* genus there is distinct sexual dimorphism in several species. Similarly, the two other *Synurella*, *S. ambulans* and *S. osellai*, species inhabiting Turkish freshwaters show sexual dimorphism especially in the shape of gnathopods and body size (females are bigger than males).

*S. osellai* has been identified by Ruffo (1974) and the type locality of this endemic species is Tirebolu, a small town placed on NE coast of Turkey (Fig. 2, Fig. 5). After its original description, there was no record for a long time and then the second record of the species was given from Fatsa Town, in Ordu province (Ekinci and Miroğlu, 2017). The present record is the third one for this species.

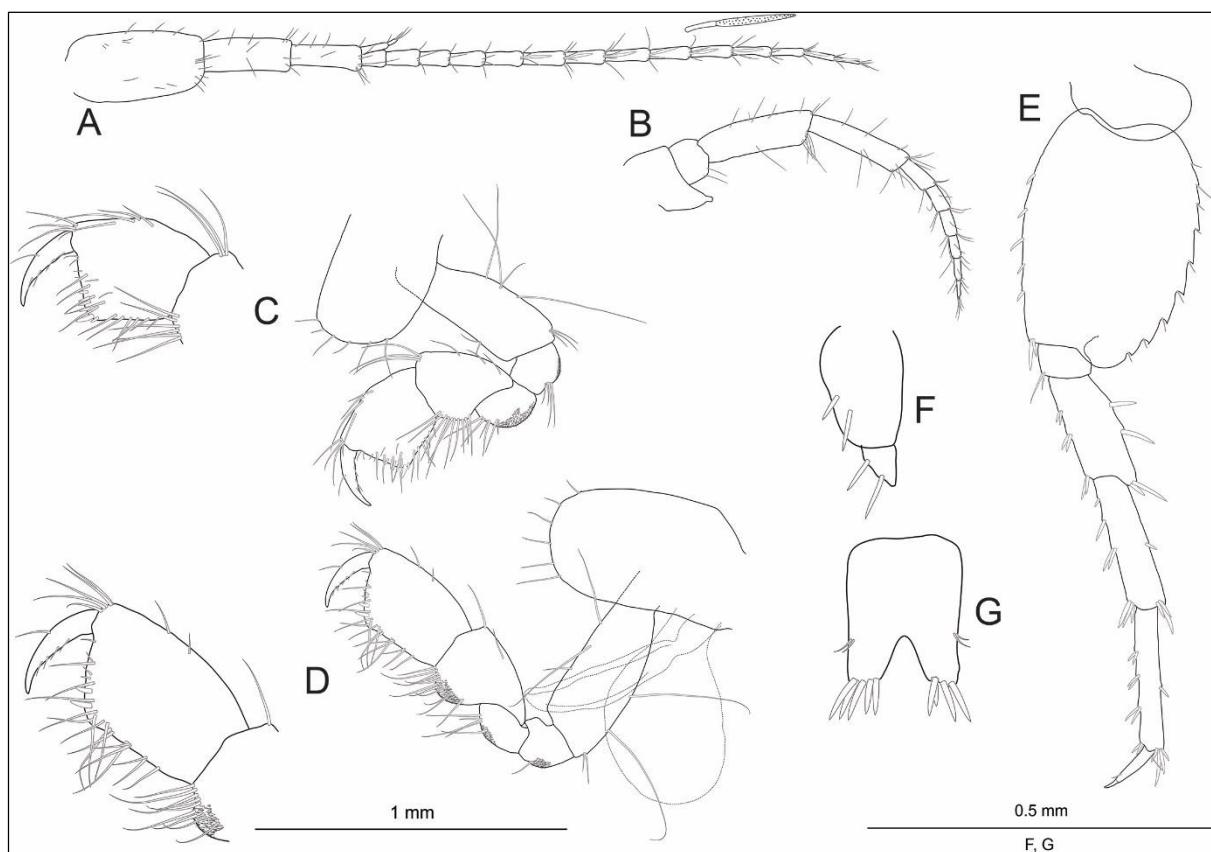


**Figure 6.** *Synurella lepida* Mateus and Mateus 1990. A: telson; B: antenna 2; C: gnathopod 1; D: gnathopod 2; E: pereopod 7; F: uropod 3, from Mateus and Mateus (1990)

In the original description of *S. lepida*, the authors presented a plate including the drawings of the second antenna, first and second gnathopods, pereopod 3 and telson (Fig. 6). One of the discriminant character given in the plate is the shape and armament of the gnathopods. They look very similar to those of female *S. ambulans* (Fig. 7). Additionally, the structure and setation of the second antenna is very similar to that of *S. ambulans*. On the other hand, Mateus and Mateus (1990) didn't mention the existence of C-setae on the mandibular palp, but it is a distinct character for *S. ambulans* (Sidorov and Palatov, 2012). Because of poor description and incomplete drawings in its original paper, it is difficult to reach definite conclusion about the status of *S. lepida*. The best solution to solve this puzzle can be to study the type specimens deposited in the Museum of Natural History of Vienna (NHMW Crust.-Coll. Inv.-No. 6435).

Key for the *Synurella* species inhabiting Turkish inland waters (Adult males only)

- |   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| 1 | Mandible palp with C-setae .....  | 2                  |
|   | Mandible palp without C-setae .....   | <i>S. lepida</i>   |
| 2 | Urosome segments coalesced, Antenna 1 short (<20 flagellar segments) .....    | <i>S. ambulans</i> |
|   | Urosome segments not coalesced, Antenna 1 long (>20 flagellar segments) ..... | <i>S. osellai</i>  |



**Figure 7.** Some extremities of *Synurella ambulans* (♀) sampled from Saklıgöl, Denizli Province. A: antenna 1; B: antenna 2; C: gnathopod 1; D: gnathopod 2; E: pereopod 7; F: uropod 3; G: telson

#### Acknowledgements

Some materials of this study (*S. ambulans* specimens from Saklıgöl Lake) were sampled during a project (2009/SUF/002)

supported by the Ege University Research Fund (EURF). I would like to thank the crew of our department for their help in field work and to EURF for their financial support.

#### REFERENCES

- Barnard J. L. and Barnard, C.M. (1983). *Freshwater Amphipoda of the World*. Virginia: Hayfield Associates.
- Boets, P., Lock, K. and Goethals, P.L.M. (2010). First record of *Synurella ambulans* (Müller, 1846) (Amphipoda: Crangonictidae) in Belgium. *Belgian Journal of Zoology* 140 (2), 242-243.
- Ekinci, M. and Miroğlu, A. (2017). Redescription of *Synurella osellai* Ruffo, 1974 (Crustacea, Amphipoda) from Ordu Province (Turkey) with Some Taxonomic Notes. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17: DOI: [10.4194/1303-2712-v17\\_6\\_31](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_6_31)
- Karaman, G.S. (1974). 58. Contribution to the Knowledge of the Amphipoda. Genus *Synurella* Wrzes in Yugoslavia, with remarks on its all world known species, their synonymy, bibliography and distribution (Fam. Gammaridae). *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 20 (2-3), 83-133.
- Karaman G.S. (1990). New and interesting species of the genus *Synurella* Wrzes. 1877 (Fam. Crangonyctidae) from Soviet Union (U.S.S.R.). *Glasnik Republickog Zavoda za Zastitu Prirode I Prirodnjackog Muzeja*, 23, 25-50.
- Mateus, A. and Mateus, E. (1990). Etude d'une collection d'amphipodes, specialement du sud-ouest asiatique, du Museum d'Historie Naturelle de Vienne (Autriche). *Annales des naturhistorischer Museum*, 91(B), 273-33.
- Özbek, M., Özkan, N. and Çamur-Elipek, B. (2017). Fresh and Brackish-water Amphipod (Crustacea: Amphipoda) Species of Turkish Thrace Region (including Çanakkale Province). *Acta Zoologica Bulgarica*, 69(4), 493-499.
- Ruffo, S. (1974). Il genere *Synurella* Wrzesn. in Anatolia, descrizione di una nuova specie e considerazioni su *Lyurella hircana* Dersh. (Crustacea Amphipoda, Gammaridae). *Memorie Del Museo Civico Di Storia Naturale Di Verona*, 1(20), 389-404.
- Schellenberg, A. (1942). 40. Teil. Krebstiere oder Crustacea. IV: Flohkrebse oder Amphipoda. In F. Dahl (Ed.), *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise*, (pp 1-252). Berlin: Jena, Gustav Fischer.
- Sidorov, D. and Palatov, D. (2012). Taxonomy of the spring dwelling amphipod *Synurella ambulans* (Crustacea: Crangonyctidae) in West Russia: with notes on its distribution and ecology. *European Journal of Taxonomy*, 23, 1-19. DOI: [10.5852/ejt.2012.23](https://doi.org/10.5852/ejt.2012.23)
- Ustaoglu, M. R., Balik, S. and Özbek, M. (2004). Contributions to the Knowledge of Malacostraca (Crustacea) Fauna of the Taurus Mountains District (Southern Anatolia). *Turkish Journal of Zoology*, 28, 91-94.

## Determination of the quality changes of whole cuttlefish (*Sepia officinalis*, L., 1758) stored at 2°C

### Bütün olarak +2°C'de depolanan mürekkep balığının (*Sepia officinalis*, L., 1758) kalite değişimlerinin tespit edilmesi

Gülgün F. Ünal Şengör<sup>1\*</sup>  • Zafer Ceylan<sup>2</sup>  • Hande Doğruyol<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Fishing and Seafood Processing Technology, Laleli-Istanbul, Turkey

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, Department of Fishing and Seafood Processing Technology, Van, Turkey

\* Corresponding author: [sengor@istanbul.edu.tr](mailto:sengor@istanbul.edu.tr)

Received date: 05.02.2018

Accepted date: 06.03.2018

#### How to cite this paper:

Ünal Şengör, G.F., Ceylan, Z. & Doğruyol, H. (2018). Determination of the quality changes of whole cuttlefish (*Sepia officinalis*, L., 1758) stored at 2°C. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 115-119. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.02

**Abstract:** The objective of this study was to determine sensorial, microbiological and physicochemical quality of whole cuttlefish (*Sepia officinalis*) during the stored without ice in refrigerator temperature. Sensory (quality index method [QIM]), physicochemical (pH, moisture, color measurement, trimethylamine nitrogen [TMA-N], total volatile bases nitrogen [TVB-N] values and ammonia value [NH<sub>3</sub>]) and microbiological analysis [total psychrotrophic bacteria and mesophilic aerobic bacteria] were determined during storage period. The results indicate that the shelf life of cuttlefish stored was found as 6 days at 2°C "acceptable quality". Sensory and physicochemical quality loss and certain deterioration of cuttlefish was determined that unacceptable 9 days at 2°C.

**Keywords:** Cuttlefish, physico-chemical quality indices, microbiological quality, color, sensory

**Öz:** Bu çalışmanın amacı buzsuz olarak buzdolabı koşullarında depolanan mürekkep balığının duysal, mikrobiyal ve fiziko-kimyasal kalitesinin ortaya konulmasıdır. Duyusal (kalite indeks metodu [QIM], fiziko-kimyasal (pH, nem, renk ölçümü, trimetilamin azot [TMA-N], toplamcu bazik azot [TVB-N], amonyak değerleri) ile mikrobiyal analiz [toplasm psikrofilik bakteri ve mesofilik aerobik bakteri] sonuçları depolama periyodu boyunca değerlendirilmiştir. +2 derecede depolanan mürekkep balığının raf ömrü 6 gün süresince kabul edilir kalitede olduğu tespit edilirken, 9. günde duysal, fiziko-kimyasal bozulmalar ve kayıplar açısından kesin bozuk olduğu tanımlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Mürekkep balığı, fiziko-kimyasal kalite göstergeleri, mikrobial kalite, renk, duysal

## INTRODUCTION

Cephalopods are main group of invertebrates and one of the great consumer demand mainly as chilled and frozen in the coastline of Turkey. Known as common cuttlefish, *Sepia officinalis*, belongs to the Sepiidae family are commonly captured among of cephalopods from Aegean, Mediterranean and Marmara Sea. According to Fishery Statistics, 745 tonnes of cuttlefish were caught from Aegean, Mediterranean and Marmara Sea (TUİK 2016). Cuttlefish is a highly nutritious invertebra due to being rich in omega-3 fatty acids and a perfect protein source (Unal, 1991; Ozgul et al., 2008).

The consumer demand for fresh cuttlefish has remarkably increased due to its aroma and flavour. Lately, the delicious meal such as fried and stuffed cuttlefish are highly consumed by Turkish people living in the coastline of Turkey. Therefore the study of freshness quality of cuttlefish is one of interest to retailers and consumers. Cuttlefish, being highly perishable,

deteriorate rapidly if not stored at cold temperatures. For hence, it must be stored at cold storage temperature to protect its freshness until transferred to domestic market immediately. If fresh cuttlefish after capture is not keep in cold chain it undergo the changes in texture, flavour and discoloration rapidly. The state of freshness of cuttlefish is an important factor for its commercial value. It is generally exposed to on the air in fishmongers during it sale. Like other seafood, cuttlefish is rapid deterioration due to microbial activity and/or spoilage specific chemical reactions. In order to prevent microbial deterioration, it should rapidly be cooled down at a low temperature (-2°C) and be kept at cold storage temperature (between 0°C to 4°C). Sometimes, fishmongers do not pay attention while selling their seafood under the sunlight all day long. As a result of their bad habits the change in the external appearance of cuttlefish, specially related to a decrease in the skin into a pale dark

brownish color and loss of brightness indicating a loss in initial quality of cuttlefish. There are only few studies on cuttlefish quality assessment, most of them are related to determining the chemical, microbiological and sensory changes of the whole cuttlefish during iced storage (Ganesan et al., 2005; Vaz-Pires et al., 2008; Sykes et al., 2009; Tantasutikul et al., 2011; Jeyasekaran et al., 2012). Quality assessment of cuttlefish is determined using sensory, chemical and microbiological analysis. Sensory analysis is commonly considered as the most important method for freshness evaluation in the fish research (Martinsdóttir et al., 1987). Quality index method is commonly used to evaluate seafood freshness quality. In addition to, physical, chemical and microbiological analyses are also used to assess the freshness quality of seafood. There is little study assessing quality deterioration of cuttlefish in the storage of at different temperatures without ice treatment (Ganesan et al., 2005).

The objectives of this study were to investigate the shelf life and quality changes of cuttlefish stored in refrigerator temperature (at 2°C) without ice treatment in terms of sensory (QIM), physicochemical (pH, moisture, color measurement, trimethylamine nitrogen [TMA-N], total volatile bases nitrogen [TVB-N] values and ammonia content) and microbiological (total psychrotrophic bacteria [TPBc] and mesophilic aerobic bacteria count [TMABC]) methods.

## MATERIALS AND METHODS

A total of 60 whole cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) with an average weight of 440.5 g (range 213-668 g) were used in this study. Cuttlefish was caught by bottom gillnet from around Gokceada island close to Çanakkale in Turkey. Immediately after the catch they were placed on ice in the polystyrene box and transported to the Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Seafood Processing Technology laboratory within 24 h of its capture. Samples were stored in plastic pouches separately inside the polystyrene box without ice in a refrigerator set at 2±1°C.

### Sensory evaluation analyses

Sensory characteristics and overall acceptability of whole cuttlefish were assessed by a panel nine trained panellists of the Faculty of Aquatic Sciences academic staff who are MSc and PhD students on the basis Quality Index Method (QIM). Training consisted of 2 sessions (2h each session) until the panelists knew the quality characteristics of cuttlefish in terms of differentiating appearance, odor and texture of QIM score. Sensory characteristics and total demerit point of cuttlefish was assessed by Vaz-Pires and Seixas (2006). The sensory analyses were performed for raw cuttlefish focusing on skin: appearance, color, odor and mucus; flesh: texture, elasticity; eyes: cornea and pupil appearance; and mouth region: odour; internal bone: connection bone/head. Scores were given for all the quality attributes are summarised by the quality index method, which increases linearly with the storage time. A score between 0 to 3 demerit points or 0 to 2 demerit points were

used according to sensory characteristics of whole cuttlefish and mantle.

### Physico-chemical analyses

Samples were diluted with distilled water (1:10) and pH was measured by Thermo Scientific Model Orion Star A 214 pH/ISE meter (Beverly, MA, U.S.A.). Moisture changes of samples were measured according to AOAC (1990).

Color analysis was determined using a hand-held Minolta CR-400 Chroma Meter (Minolta Camera Co., Japan) during 10 days. The Minolta colorimeter was calibrated with a standard white plate (D65, Y=93.9, x=0.3155, y=0.3319) before each use. L\*, a\*, b\* values were measured under D65 illumination. L\*, a\*, b\* values were evaluated by using triple cuttlefish were measured three times for skin and mantle, separately. Finally, the average value was calculated and recorded as result. L\* value represents lightness from black to white between 0 and 100. While a\* value represents from red (+) to green (-), b\* value represents from yellow (+) to blue (-) in color measurement of cuttlefish.

The method reported by Schormüller (1968) was used to determine total volatile base-nitrogen (TVB-N) values of samples. 10g of homogenized sample was suspended in 250 ml pure water, made alkaline with 1-2g of MgO and distilled. The rate of heating was adjusted so that the suspension reached boiling point in 10 minutes and distillation was performed for 20 minutes. Then, the distillate was titrated with 0.1 N NaOH. The results were expressed as mg TVB-N per 100 g sample. The method reported by Schormüller (1968) was used to determine trimethylamine-nitrogen (TMA-N) values of samples. Trichloroacetic acid (90 ml), formaldehyde (1 ml), toluene (10 ml) and KOH (3 ml) were added to homogenized-filtered samples and shaken, toluene phase was allowed to separate for 15 minutes, then 5 ml from toluene phase was taken and injected into tubes. As soon as the picric acid was added into the toluene phase, samples were measured at 410 nm using a spectrophotometer.

Ammonia content of cuttlefish samples was determined by ammonia ion-selective electrode according to Pivarnik, Thuam, and Ellis (1998). For this, 5 g cuttlefish mantle samples were blended with 95 ml of pure water and 2.0 ml alkaline ion-strength-adjuster (ISA) solution was homogenized for 2 minutes. After Thermo Scientific Model Orion Star A 214 pH/ISE meter was calibrated, ammonia content was measured. All results were reported as mg ammonia content per 100 g of samples. All analysis were done in three replicates.

### Microbiological analysis

The samples were analyzed during storage time (1, 6, 9 and 10 days). Separate cuttlefish mantles were used for microbiological analysis. Total mesophilic aerobic bacteria count (TMABC) was carried out according to FDA (1984). Inoculation was made by pour-plate method (Merck, Kat. No: 1.05463.0500). After plates were inoculated at 35°C for 48h, plate counts were determined as colony forming units (CFU).

Total psychrophilic bacteria count (TPBc) was carried out according to FDA (1984). Inoculation was made by pour-plate method (Merck, Kat. No: 1.05463.0500). Plates counts were determined by the colony forming units (CFU), after plates were inoculated at 7°C for 10 days (Baumgart, 1986; APHA, 2001).

### Statistical analysis

The measurements were repeated twice with three replications. Collected data were subjected to variance analysis (ANOVA) to evaluate pH, moisture, color, TMA-N, TVB-N and ammonia content for the stored samples. GraphPad Prism software (California Corporation, USA) was used to define significant differences between storage days by ANOVA. When a significant ( $p<0.05$ ) main effect was found, mean values were further analyzed using the Duncan's Multiple Range Test comparison test.

### RESULTS AND DISCUSSION

During the storage at refrigerator temperature (2°C) QIM changes of cuttlefish are presented in Fig. 1. The total quality changes of cuttlefish were daily determined using the total quality index score by the panelists.

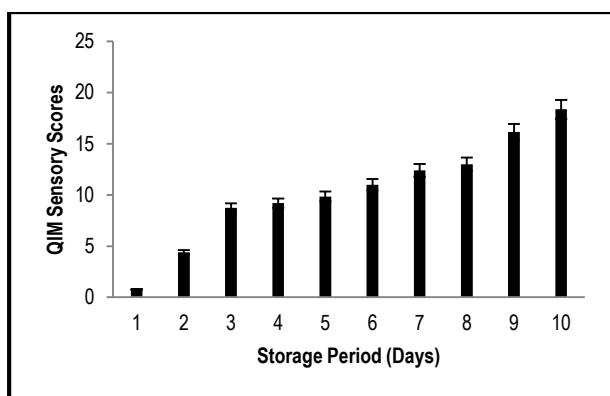


Figure 1. Sensory quality evaluation (QIM) of cuttlefish during storage period

Figure 1 indicates the changes in the quality index of cuttlefish during refrigerator set at 2°C. From Fig. 1 it was initially identified as “excellent product” by panelists with sea fresh odor, very bright appearance and color of skin and firm texture with 0.77 total quality index score. The total quality scores (QIM) of cuttlefish increased with loss of sensorial characteristics during storage time. After 6<sup>th</sup> days of storage, the total quality scores was reached with 11 demerit points. The panelists reported a loss of sensory quality of cuttlefish with the decrease in brightness of the skin, increase in the eye opacity and the intensification of the yellowish color of the mantle. Furthermore unacceptable odor development in the mouth region, softening in the flesh and mucus loss were also determined. According to the evaluation of the panelists the cuttlefish was not consumable with a total quality score of 16.14 after 9<sup>th</sup> day of storage at 2°C. Vaz-Pires et al. (2008) determined that the presence of unpleasant odor of squid and cuttlefish to be perceptible at day 6 and unacceptable at day 8. They also reported that the sensorial rejection of cuttlefish was found at day 9 during refrigeration temperature (2±2°C). Our sensorial results are in accordance with the freshness evaluation of cuttlefish stored in crushed ice reported in earlier researchers (Ganesan et al., 2005; Vaz-Pires et al., 2008).

Badiana et al. (2013) reported that QIM scheme is more accurate determination of the assessment the cuttlefish freshness quality than EU scheme. They asserted that EU scheme was not satisfactory enough in monitoring how the freshness quality evolved during storage time. The freshness quality can not be exact but only be estimated by EU scheme. The sensory characteristics of foods may vary depending on the quality of the raw material they have or the duration and temperature of storage. However human senses may not always produce precise results since they identify the color change in food subjectively. For this reason, the determination of the characteristic color changes in the food without a homogenous color using instrumental analysis method is especially important (Sengor et al., 2014). Color measurement of cuttlefish samples was summed up in Table 1.

Table 1. Physico-chemical quality parameters of cuttlefish during storage period

Storage Days	pH	TMA-N mg/100g	TVB-N mg/100g	NH <sub>3</sub> mg/100g	L*		a*		b*	
					Mantle	Skin	Mantle	Skin	Mantle	Skin
1	6.59±0.03 <sup>a</sup>	3.52±0.16 <sup>a</sup>	26.25±1.32 <sup>a</sup>	7.83±0.64 <sup>a</sup>	66.39±1.08 <sup>a</sup>	37.30±0.90 <sup>a</sup>	2.08±0.34 <sup>a</sup>	1.91±0.40 <sup>a</sup>	-2.48±2.11 <sup>a</sup>	7.09±1.18 <sup>a</sup>
6	6.97±0.02 <sup>b</sup>	7.87±0.25 <sup>b</sup>	34.56±0.58 <sup>b</sup>	35.60±0.25 <sup>b</sup>	62.22±0.69 <sup>b</sup>	38.84±1.65 <sup>b</sup>	-1.62±0.34 <sup>b</sup>	0.78±0.33 <sup>b</sup>	-3.44±1.38 <sup>b</sup>	6.34±0.99 <sup>b</sup>
9	7.17±0.01 <sup>c</sup>	8.11±0.27 <sup>c</sup>	70.76±5.45 <sup>c</sup>	49.63±0.66 <sup>c</sup>	60.54±2.34 <sup>c</sup>	27.44±1.59 <sup>c</sup>	-1.70±0.57 <sup>b</sup>	0.64±0.03 <sup>b</sup>	-2.56±3.26 <sup>a</sup>	2.40±0.87 <sup>c</sup>
10	7.51±0.01 <sup>d</sup>	11.33±0.21 <sup>d</sup>	100.36±10.98 <sup>d</sup>	56.76±0.98 <sup>d</sup>	57.06±1.25 <sup>d</sup>	30.39±2.70 <sup>d</sup>	-0.89±1.23 <sup>c</sup>	0.95±0.46 <sup>c</sup>	3.02±5.23 <sup>c</sup>	3.63±1.12 <sup>d</sup>

a, b, c, d Different letters in the same column indicate significant differences among formulations ( $p<0.05$ ), ± defines standard deviation. (n=3)

The color change in the mantle and skin of cuttlefish was evaluated based on the L\* (brightness) and b\* (yellowness) values. Accordingly, the minolta L\* values for the mantle and skin of the cuttlefish at the beginning of this study were 66.39

and 37.30 on average, respectively. The a\* values mantle and skin of cuttlefish changed from 2.08 to -0.89 and from 1.91 to 0.95 at the end of the storage period (on day 10). The b\* values mantle and skin of cuttlefish varied from -2.48 to 3.02 and from

7.09 to 3.63 on average respectively at the end of storage period (on day 10). In mantle and skin of cuttlefish the L\* value representing the brightness decreased during the storage period, while mantle of cuttlefish the b\* value increased with storage period. On the other hand skin of cuttlefish the b\* value decreased during ten days of storage. The decrease in yellowness of the skin of cuttlefish might be due to difference in the chromatophores presented in the skin. The decrease of yellowness and brightness of the skin of cuttlefish are indicated as a sign of cuttlefish quality deterioration. [Tantasuttipkul et al. \(2011\)](#) reported that the L\* value showing the brightness of cuttlefish mantle slightly decreased during storage, while the b\* value became yellowish during storage in ice. Similar results were determined with this study about increasing the b\* value and decreasing the L\* value of cuttlefish mantle.

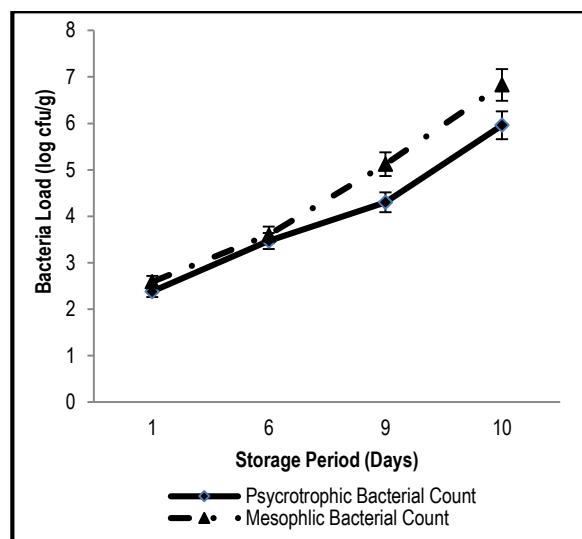
pH measurement is an important test helpful to determine seafood freshness ([Sengör et al., 2000](#)). The initial pH value of the cuttlefish was 6.59. The pH values were dramatically increased in accordance with chemical analyses results during storage time. The pH value raised to 6.97, 7.17 and 7.51 after 6<sup>th</sup>, 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> day stored at refrigeration temperature (2°C) respectively. [Caglak et al. \(2014\)](#) reported that the pH values of cuttlefish within the plastic bag (air packaged) stored at 2°C were found as 7.68 on the 9<sup>th</sup> day of storage. This result is also in parallel with our findings for pH values of cuttlefish.

Changes in the moisture content of cuttlefish samples were measured during storage period. At the beginning of the storage period, moisture content of cuttlefish was 75.88. It was observed that this value increased during 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> days except for the 6<sup>th</sup> day. This can be explained as humidity of the environment connection with relative humidity of cuttlefish.

Total volatile base (TVB-N) in squid mantle is recommended for assessing squid quality. The chemical tests for trimethylamine (TMA) and free fatty acids (FFA) can be used as secondary quality parameters for squid quality assurance ([Woyewoda & Kee, 1980](#)). The quality evaluation of cephalopods as per TVB-N values are classified as A quality with less than 30 mg/100 g, B quality 30-45 mg/100 g and unacceptable with more than 45 mg/100 g, [Ke et al. \(1984\)](#). Generally, pH and TVB-N values are the main indicators for the initial decomposition of cuttlefish. In our study, the initial pH, TVB-N, TMA-N values and ammonia content of cuttlefish were determined as 6.59, 26.25 mg/100 g, 3.52 mg/100 g and 7.83 mg/100 g respectively. After 6 days of storage the cuttlefish was still consumable with 7.87 mg/100 g TMA-N, 34.56 mg/100 g TVB-N values and 35.6 mg/100 g ammonia content. At the end of the 9<sup>th</sup> day of storage the results of the chemical analysis were in parallel with the sensorial analysis and with 8.11 mg/100 g TMA-N, 70.76 mg/100 g TVB-N values, 49.63 mg/100 g ammonia content it was determined that the cuttlefish was not consumable which is above the reported critical level for TMA-N and TVB-N values by [Schormüller \(1968\)](#). [Sykes et al. \(2009\)](#) reported that TVB-N exceeded the acceptable limit of 35 mg/100 g muscle while TMA-N exceeded the acceptable limit of 10 mg/100 g muscle for cuttlefish after 9 days of ice storage.

[Paarup et al. \(2002\)](#) reported that TMA production increases in the cuttlefish starting from the 2nd day of storage in ice. They stated that on day 10, concentrations of NH<sub>3</sub> and TMA in the gutted squid constituted 61 and 59 % respectively of the concentrations detected in the whole squid during stored in ice. According to our research findings cuttlefish stored as a whole without ice exceeded the limit values for TVB-N and TMA-N after 9 days of storage at 2°C. Our measurements are in parallel with those of pH (initially 6.8 and reaching to 7.2 on 10<sup>th</sup> day of storage) and TMA-N (initially 2 mg/100 g and reaching to 17 mg/100 g 10<sup>th</sup> day of storage) values of whole squid stored in ice by [Paarup et al. \(2002\)](#). Similarly the initial pH value of the cuttlefish was 6.50 and reached to 6.91 on the 9<sup>th</sup> day of storage at 2°C in ice and TVB-N exceeded the acceptable limit of 35 mg / 100 g muscle while TMA-N exceed the acceptable limit of 10 mg/100 g muscle for cuttlefish after 9 days of iced storage by [Sykes et al. \(2009\)](#).

Changes in the microbial flora of whole cuttlefish during storage time without ice in [Figure 2](#).



**Figure 2.** Microbiological quality changes of cuttlefish during storage period

The TMABC and TPBC slightly increased throughout the storage period. The initial total mesophilic aerobic bacteria count (TMABC) of the cuttlefish was 2.38 log cfu/g and total psychrophilic aerobic bacteria count (TPBC) was 2.59 log cfu/g in parallel with this research. After 6<sup>th</sup> day of storage period the cuttlefish, total mesophilic aerobic bacteria count was 3.47 log cfu/g and total psychrophilic aerobic bacteria count was 3.6 log cfu/g. At the end of 9<sup>th</sup> days of storage period, total mesophilic aerobic bacteria count of the cuttlefish was a remarkable change to 5.12 log cfu/g and total psychrophilic aerobic bacteria count was reached to 4.30 log cfu/g. Similar results were also reached by [Lapa-Guimarães et al. \(2002\)](#) with their research on contact ice and non-contact ice storage of squid. [Lapa-Guimarães et al. \(2002\)](#) reported that at day 10 when the

sensory quality had decreased the psychrotrophic counts were barely  $1 \times 10^5$  and  $1 \times 10^4$  cfu/g in contact ice and non-contact ice storage period.

Our findings during 9<sup>th</sup> day of storage time neither total mesophilic aerobic bacteria nor total psychrophilic bacteria load of the cuttlefish reached the limit value of determining the spoilage.

The probable reasons for still being at a microbiologically safe condition were supposed to be storing the cuttlefish as a whole, separated and not being in contact with each other in PE pouches, following the hygiene rules and procedures prior to analysis and the effect of washing during cleaning the cuttlefish before the analysis. [Unluturk and Turantas \(1998\)](#) reported that with cleaning and washing the bacteria could be removed from the fish tissue.

## REFERENCES

- AOAC. (1990). Official methods of analysis of association of analytical chemists, 15<sup>th</sup> ed., Kenneth Arlington, Virginia, USA.
- APHA. (2001). Compendium for the microbiological examination of foods, 4<sup>th</sup> ed., Washington DC.
- Badiana, A., Bonaldo, A., Testi, S., Rotolo, M., Seratore, P., Giulini, G., Pagliuca, G., & Gatta, P. P. (2013). Good handling practices of the catch: The effect of early icing on the freshness quality of cuttlefish (*Sepia officinalis* L.). *Food Control*, 32, 327-333. DOI: [10.1016/j.foodcont.2012.12.019](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.12.019)
- Baumgard, J. (1986). Mikrobiologische untersuchung von Lebensmittel. Behr's Verlag. B. Behr's GmbH & Co., Averhoffstrasse 10, 2000 Hamburg 76, 29-32.
- Caglak, E., Caklı, S., & Kılinc, B. (2014). Comparison chemical, sensory, microbiological and textural changes of cuttlefish (*Sepia officinalis*) stored under different packaging. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20, 1046-1053.
- FDA. (1984). Bacteriological analytical manual 6<sup>th</sup> ed., Food and Drug Administration, Washington DC.
- Ganesan, P., Jeyasekaran, G., Maheswari, K., Shakila, R. J., & Sukumar, D. (2005). Quality evaluation in chilled cuttlefish fillets. *J. of Aquatic Food Product Technology*, 14, 37-49.
- Jeyasekaran, G., Shakila, R. J., & Sukumar, D. (2012). Microbiological quality of cuttlefish (*Sepia pharaonis*) fillets stored in dry and wet ice. *Food Science and Technology International*, 18, 455-464. DOI: [10.1177/1082013211433069](https://doi.org/10.1177/1082013211433069)
- Ke, P. J., Burns, B. G., & Woyewoda, A. D. (1984). Recomended procedures and guidelines for quality evaluation of atlantic short fin squid (*Illlex illecebrosus*). *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 17, 276-281.
- Lapa-Guimarães, J., Aparecida Azvedo da Silvia, M., Eduardo de Felicio, P., & Guzman, E. (2002). Sensory, colour and psychrotrophic bacterial analyses of squids during storage in ice. *Lebensm-Wiss. U-Technol.*, 35, 21-29. DOI: [10.1006/fstl.2001.0783](https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0783)
- Martinsdóttir, E. (1987). Freshness measurements on cod and redfish with RT freshness grader. Reykjavik: Icelandic Fisheries Organization.
- Ozogul, Y., Duysak, O., Ozoğul, F., Ozkutuk, A. S., & Tureli, C. (2008). Seasonal effects in the nutritional quality of the body structural tissue of cephalopods. *Food Chemistry*, 108, 847-852. DOI: [10.1016/j.foodchem.2007.11.048](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.048)
- Paarup, T., Sanchez, J. A., Moral, A., Christensen, H., Bisgaard, M., & Gram, L. (2002). Sensory, chemical and bacteriological changes during storage of iced squid (*Todaropsis ebiana*). *Journal of Applied Microbiology*, 92, 941-950. DOI: [10.1046/j.1365-2672.2002.01604.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01604.x)
- Pivarnik, L. F., Thuam, M., Ellis, P. C. (1998). Rapid determination of volatile bases in fish by using an ammonia ion-selective electrode. *Journal of AOAC International*, 81, 1011-22.
- Schormüller, J. (1968). Tierische Lebensm. Eier. Fleisch. Buttermilsch. In *Handbuch der Lebensmittel Chemie*, Band III/2 Teil. Berlin-Hidelberg-New York: Springer-Verlag.
- Sengor, G. F., Celik, U., Akkus, S. (2000). Determination of Freshness and Chemical Composition of Scad (*Trachurus trachurus*, L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24, 187-194.
- Sengor, G. F. U., Balaban, M. O., Dogruyol, H., Ceylan, Z., & Topaloglu, B. (2014). The investigation effects of antibacterial papers and time-temperature indicators (TTI) used to determine the shelf life of gilthead seabream (*Sparus aurata*) stored in ice. Istanbul University Scientific Research Project Unpublished Report, (YADAOP Project number:18587). Istanbul, Turkey. 23 pp (in Turkish).
- Sykes, A. V., Oliveira, A. R., Domingues, P. M., Cardoso, C. M., Andrade, J. P., & Nunes, M. L. (2009). Assessment of European cuttlefish (*Sepia officinalis*, L.) nutritional value and freshness under ice storage using a developed Quality Index Method (QIM) and biochemical methods. *Lebensm.-Wiss. Technol.*, 42, 424-432. DOI: [10.1016/j.lwt.2008.05.010](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.010)
- Tantasuttkul, A., Kijroongrojana, K., Benjakul, S. (2011). Quality indices of squid (*Photololigo duvaucepii*) and Cuttlefish (*Sepia aculeata*) stored in ice. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 20, 129-147. DOI: [10.1080/10498850.2010.548114](https://doi.org/10.1080/10498850.2010.548114)
- TUIK. (2016). Fishery Statistics. Retrieved from <http://www.tuik.gov.tr>
- Unal, G. F. (1991). Research of quality changes in frozen cuttlefish (*Sepia officinalis*, L., 1758) (MSc Thesis). Ege University, Institute of Science, 71 sayfa, Izmir, Turkey.
- Unluturk, A. & Turantas, F. (1998). Food Microbiology. In A.Unluturk & F.Turantas (Eds.), *Microorganism Food Relations*. (pp. 3-9). Izmir, Turkey, Mengi Tan Basimevi, 605 pp.
- Vaz-Pires, P. & Seixas, P. (2006). Development of new quality index method (QIM) schemes for cuttlefish and broadtail shortfin squid. *Food Control*, 17, 942-949. DOI: [10.1016/j.foodcont.2005.07.004](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.07.004)
- Vaz-Pires, P., Seixas, P., Mota, M., Lapa-Guimarães, J., Pickova, J., Lindo, A. & Silva, T. (2008). Sensory, microbiological, physical and chemical properties of cuttlefish (*Sepia officinalis*) and broadtail shortfin squid (*Illlex coindetii*) stored in ice. *Food Sci. and Technology*, 41, 1655-1664. DOI: [10.1016/j.lwt.2007.10.003](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.10.003)
- Woyewoda, A. D. ,& Ke, P. J. (1980). Laboratory quality assessment of canadian atlantic squid (*Illlex illecebrosus*). Report No.902,26 pp., Nova Scotia, Canada.

## CONCLUSION

In this study, it was determined that the cuttlefish stored without ice at 2°C resumes acceptable quality aspects for 6 days of storage time in terms of sensory, microbiological and physicochemical quality indices. It was observed that sensorial and chemical quality loss and certain distortion of cuttlefish arises on the 9<sup>th</sup> day of storage period.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Authors would like to thank Dr. Onur Gönülal for providing research materials. The authors also wish to thank the panelists who are registered MSc and PhD students at Istanbul University, The Institute of Science.



## Designing of ultraviolet irradiation unit: Effects on disinfection performance and operating costs

### Ultraviyole ışınlama ünitesinin dizaynı: Dezenfeksiyon performansı ve işletme maliyetleri üzerine etkileri

Halil Şen\*  • Ulviye Karacalar 

Ege University Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, 35440, Urla, İzmir, Turkey  
\* Corresponding author: halil.sen@ege.edu.tr

Received date: 01.02.2018

Accepted date: 07.03.2018

#### How to cite this paper:

Şen, H. & Karacalar, U. (2018). Designing of ultraviolet irradiation unit: Effects on disinfection performance and operating costs. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 121-124. DOI:10.12714/egefjas.2018.35.2.03

**Abstract:** The effect of the design of ultraviolet irradiation unit on disinfection performance and operating costs was investigated for aquaculture purposes. Two prototypes (H and U) were compared with a commercial UV filter (I). The water samples for microbiological cultivation were obtained from water inlet and outlet of three different types of UV units in four replicates at 15°C and 25°C of sea water temperatures. Finally, considering the efficiency of reduction the total heterotrophic bacterial load of the UV filters, although significant differences were not found statistically, the best results were obtained from U type UV chamber at both temperatures (15°C and 25°C) ( $P>0.05$ ). Also, it was estimated that make 60% savings in renewal and operating costs can be possible with changing the design of UV chamber.

**Keywords:** aquaculture, design, disinfection, filter, ultraviolet

**Öz:** Akuakültür kullanıcıları için ultraviyole ışınlama ünite tasarımının dezenfeksiyon verimine ve işletme maliyetlerine etkisi incelenmiştir. İki prototip (H ve U), ticari bir UV filtresiyle (I) karşılaştırılmıştır. Mikrobiyal ekim için su ömekleri 15°C ve 25°C su sıcaklığında dört tekrarı olarak her üç ultraviyole filtrenin su girişi ve çıkışından alınmıştır. Son olarak, UV filtreler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamakla birlikte, en iyi filtreleme performansı, 15°C ve 25°C su sıcaklıklarında, U tipi UVfiltreden sağlanmıştır ( $P>0.05$ ). Ayrıca, sadece UV ünitesinin tasarımını değiştirerek bakım - onarım ve işletme maliyetlerinde %60 tasarruf yapılabileceği hesaplanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Akuakültür, tasarım, dezenfeksiyon, filter, ultraviyole

## INTRODUCTION

In aquaculture industry, antibiotics may be effective in treating pathogens, but antibiotic resistance is common and most antibiotics are not registered for use in aquaculture (Barnes and Brown, 2011). Pathogen control technologies such as UV system models have been emphasized to remove disease agents from culture systems due to inadequate vaccines and antibiotics (Patterson et al., 1999; Piedrahita, 2003; Sharer and Summerfelt, 2007).

UV sterilization units are commonly installed for sea and freshwater disinfection, and are also used for control in aquaculture systems (Rosenthal, 1981). Its widespread use is largely due to factors such as high disinfection efficiency, minimal presence of disinfection by products, ease of use and low cost (Lazarova et al., 1999; Gómez et al., 2007; Barnes and Brown, 2011). UV irradiation inactivates microorganisms by damaging their DNA and RNA, which prevents them from replicating and causing infection. The ability of UV to inactive

microorganisms is dependent on the applied UV dose, given as  $\text{mWcm}^{-2}$  (microwatt second per centimetre squared), which is the product of UV light intensity, residence time and UV transmittance through water. In commercial applications, the normal UV dose is 30-35  $\text{mWcm}^{-2}$ , which is sufficient for disinfection of the most common bacteria in aquaculture applications (Rodrigues and Gregg, 1993; Liltved et al., 1995; Wedemeyer, 1996; Summerfelt, 2003; Timmons and Ebeling, 2010; Barnes and Brown, 2011; Lekang, 2013).

For water treatment with UV rays, the water must be contact in suitable conditions and in sufficient time. Optimum disinfection efficiency from a UV lamp can be possible with a UV irradiation system which is designed to suitable the lamp and/or system. Therefore, UV filtration units can be made at various types and capacities (Timmons and Ebeling, 2010; Lekang, 2013). So, the present study was planned to determine whether the designing of UV irradiation prototypes could effect

disinfection performance and operating costs for aquaculture purposes.

## MATERIALS AND METHODS

In the study, pressureized U-PVC pipes (PN 6) and fittings (PN 6), 65 watts of low-pressure high-intensity UV lamps (GPH 846 T5/L HO/4 PIN) and quartz sleeves (20×23×900 mm) were used for construction of the UV filter prototypes (H and U). A commercial UV unit (I) (La Purifica®, UV output power per lamp: 65 W, and capacity: 30 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>) were used for control (Fig. 1). The UV filter prototypes were designed according to the using flow rate of the commercial UV filter and also limited place in the system. Control panels were used for each ultraviolet filter systems. Also, open flow-through seawater system (flow rate, 30 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>) were used during the experiments. Sea water was filtered by a sand filter with 20-50 µm filtration capability before passed through the UV filters.

The UV density can be defined as the amount of radiation per unit surface area and the following equation can be used to find the radiation dose at distance L from the UV radiation source:

$$D = \left(\frac{P}{S}\right) \times T_0^L \times t \quad (\text{Gebauer et al., 1992})$$

where D, radiation dose (mWscm<sup>-2</sup>); P, radiation effect (W); S, area of radiated surface (cm<sup>2</sup>); T<sub>0</sub>, transmission through 1 cm of water (%; as 95% for the present study); L, thickness of the water layer that is radiated (cm); t, necessary time for radiation (s).

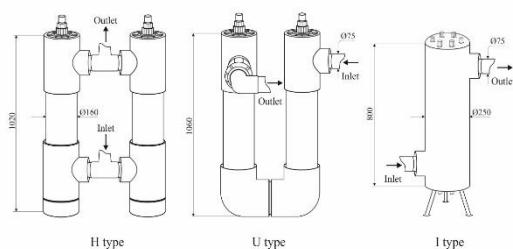


Figure 1. The UV units (the prototypes, H and U; commercial, I)

Total heterotrophic bacteria counts were measured in water samples collected immediately before and immediately after the UV units in four replicates at 15°C and 25°C of seawater temperatures. The inlet and outlet samples were collected from 5.0 cm diameter sterilized sample valves that were located within 5 m of the inlet and outlet of the UV chambers. Water samples were firstly collected from the outlet of the UV units by opening the sample valve and allowing as 1.3 lmin<sup>-1</sup> of water flow to the tank. Water flowing out of the sample point was collected in autoclave sterilized 100 ml colored glass bottles without touching the sample point and after have been flowed

for at least three minutes. The sample valve at the outlet of the UV units was then closed and the same water sampling procedure was again initiated by opening the sampling valve at the inlet of the UV chambers.

"Standart Plate Count Technique" was used from culture counting techniques for "Total Heterotrophic Bacteria" counting. Counts of live heterotrophic bacteria were made with TSA agar (Tryptic strain agarTryptone Soya Agar -casein-peptone-soymeal-peptone) (Oxoid CMO131) containing 3/4 seawater and 1/4 fresh water, which was prepared in the laboratory. Samples were cultured surface of growth medium and the results were reported as number of bacteria per colony forming unit (CFU). Counts of viable heterotrophic bacteria (CFU) were made in modified tryptone soya agar after 3 days of culture at 25°C. Dilutions were prepared in modified sterile TSB (Tryptone Soya Broth) (Oxoid CMO129) solution. Plates were set up in duplicate for each plated dilution. At the end of this period, colonies of bacteria growing in petri dishes were determined as Colony Forming Units (CFU) per 1 ml sample, and the results were evaluated as zero on plates without any bacterial colon (Leonard et al., 2000; Sharer and Summerfelt, 2007). Standard deviations of dilution repeats in each UV unit design of water samples were determined separately and the bacterial retention efficiency of the UV chambers was calculated using the following equation (Sharer et al., 2005):

$$\text{bacteria removal (\%)} = \frac{[(\text{count}_{\text{inlet}} - \text{count}_{\text{outlet}}) / \text{count}_{\text{inlet}}] \times 100}{}$$

Then, the LOG10 reduction of bacteria was calculated using the following equation:

$$\text{LOG10 reduction} = -\log_{10} [1 - (\text{percent removal}/100)]$$

As an example, a 1.0 LOG10 bacteria reduction would correspond to 90% removal efficiency and a 2.0 LOG10 bacteria reduction would correspond to 99% removal efficiency.

The results were tested by using chi-square test ( $\chi^2$ ; P=0.05) by SPSS 15.0 package software. The values in the text were given as "mean ± standard deviation".

In addition, operating costs of the UV filters were calculated according to their electricity consumptions and renewal costs.

## RESULTS

The irradiation intensities of the chambers were calculated as 56.3 mWscm<sup>-2</sup> for H type, 63 mWscm<sup>-2</sup> for U type, and 88.7 mWscm<sup>-2</sup> for I.

The filtration efficiencies of UV filters, operated individually for each water sample, were shown in Table 1 and Table 2 according to the water temperatures. Given the total heterotrophic bacterial load reduction efficiencies of the filters, although significant differences were not found statistically, the best results were obtained from the U type UV unit at both temperatures (15°C and 25°C) (P>0.05).

**Table 1.** Counts of total heterotrophic bacteria at 15°C

<b>15°C</b>	<b>Inlet water</b>	<b>H (56.3 m Wscm<sup>-2</sup>)</b>	<b>U (63 m Wscm<sup>-2</sup>)</b>	<b>I (88.7 m Wscm<sup>-2</sup>)</b>
*THB	177.5±17.1	14.0±7.1	7.25±2.22	14.5±6.4
THB filtration (%)	-	92.11±3.78	95.83±1.52	92.0±3.0
THB filtration ( $\log_{10}$ )	-	1.09±0.25	0.85±0.13	1.13±0.2

\*THB: Total heterotrophic bacteria (cfu ml<sup>-1</sup>)

**Table 2.** Counts of total heterotrophic bacteria at 25°C

<b>25°C</b>	<b>Inlet water</b>	<b>H (56.3 m Wscm<sup>-2</sup>)</b>	<b>U (63 m Wscm<sup>-2</sup>)</b>	<b>I (88.7 m Wscm<sup>-2</sup>)</b>
*THB	1162.5±89.58	167.5±51.88	105±12.91	137.5±35.94
THB filtration (%)	-	85.68±3.8	90.95±1.0	88.21±2.7
THB filtration ( $\log_{10}$ )	-	2.21±0.13	2.02±0.05	2.13±0.1

\*THB: Total heterotrophic bacteria (cfu ml<sup>-1</sup>)

The power consumption, renewal and repair costs, and operating costs of the H and U types UV filters were estimated as 1/3 of the commercial one.

## DISCUSSION

Unfortunately, limited studies have been conducted on UV irradiation unit performance, and they focused on especially species-specific and/or system-specific (Lazarova et al., 1999; Gómez et al., 2007; Sharer et al., 2005; Sharer and Summerfelt, 2007; Timmons and Ebeling, 2010). Therefore, the present findings have been tried to be discussing within themselves and with the relevant literature as much as possible, although the obtained results could not have been discussed as desired.

According to the present results, the UV irradiation prototypes (H and U) can be replaced with the commercial one. More, considering the efficiency of reduction the total heterotrophic bacterial load of the UV filters, although significant differences were not found statistically, the best results were obtained from U type UV chamber at both temperatures (15°C and 25°C) ( $P>0.05$ ). This result is thought to be due to the effect of UV irradiation unit design. Namely, all water entering from one point of the UV unit, has better filtration due to exposed to the rays of both ultraviolet lamps.

The UV doses calculated for the both prototypes and commercial UV filters were higher than those commonly used in aquaculture (Rodrigues and Gregg, 1993; Liltved et al., 1995; Timmons and Ebeling, 2010; Lekang, 2013) and lower than log 3 values (log 1.97-2.34). It is thought that this is related to the prototypes, which were designing to base on the technical specifications of the commercial UV chamber, and the water flow rate.

## REFERENCES

- Barnes, M.E. & Brown, M.L. (2011). A review of *Flavobacterium psychrophilum* biology, clinical signs, and bacterial cold water disease prevention and

There are many factors that affecting the efficient operation of UV lamps. These are; UV lamp life efficiency, the cleaning of the lamp surface, the distance of the organisms in contact with the lamps, the type of organisms, the UV application period and the water clarity. UV lamps must be changed at least once in a year (Timmons and Ebeling, 2010). Normally it is recommended to change the UV lamp, when the UV effect detected by the UV sensor to under 60% (Rodrigues and Gregg, 1993). In this study, six 65 watt UV lamps and six quartz sleeves were required for the commercial UV filter, while two 65 watt UV lamps and two quartz sleeves for the prototypes were sufficient. Thus, it is only possible to save about 60% per year in renewal and operating costs by changing the design of the UV filters.

In conclusion, the obtained findings demonstrated that by these designs same amount of water could be disinfecting for both much cheaper and more efficiently in terms of aquaculture. Furthermore, the current research showed that more than 60% can be saved in operating and renovation costs by changing the design of UV irradiation unit, when the UV dose would have been equally calculated as 30-35 mWscm<sup>-2</sup>. However, it should be noted that the UV filters designed for this study were prototypes and must be developed strictly. Therefore, further studies on design/cost performance of UV irradiation units for aquaculture purposes are needed.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by Ege University, Scientific Research Project, 13-SUF-015. The authors extend their gratitude to Assoc. Prof. Dr. Ozan DUZBASTILAR for drawing technical illustrations. Also, the authors gratefully acknowledge to Selim SEREZLİ, MSc. and Oğuzhan TAKİCAK, MSc. for their invaluable assistance during the study.

- Gebauer, R., Eggen, G., Hansen, E. & Eikebrokk, B. (1992). Oppdrettsteknologi: vannkvalitet og vannbehandling i lukkede oppdrettsanlegg. Tapir Forlag [in Norwegian].
- Gómez, M., Plaza, F., Garralón, G., Pérez, J. & Gómez, M.A. (2007). A comparative study of tertiary wastewater treatment by physico-chemical-UV process and macrofiltration-ultrafiltration technologies. *Desalination*, 202, 369-376. DOI: [10.1016/j.desal.2005.12.076](https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.12.076)
- Lazarova, V., Davoye, P., Janex, M.L., Blatchley, E.R. & Pommepuy, M. (1999). Advanced wastewater disinfection technologies: state of the art and perspectives. *Water Science Technology*, 40(4-5), 203-213. DOI: [10.1016/S0273-1223\(99\)00502-8](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00502-8)
- Leonard N., Blancheton J.P. & Guiraud J.P. (2000). Populations of heterotrophic bacteria in an experimental recirculating aquaculture system. *Aquacultural Engineering*, 22(1-2), 109-120. DOI: [10.1016/s0144-8609\(00\)00035-2](https://doi.org/10.1016/s0144-8609(00)00035-2)
- Lekang, O. I. (2013). *Aquaculture Engineering* (Second Edition). John Wiley & Sons, Ltd., UK
- Liltved, H., Hektoen, H. & Efrainsen, H. (1995). Inactivation of bacterial and viral fish pathogens by ozonation or UV radiation in water of different salinity. *Aquacultural Engineering*, 14(2), 107-122. DOI: [10.1016/0144-8609\(94\)P4430-J](https://doi.org/10.1016/0144-8609(94)P4430-J)
- Patterson, R.N., Watts, K.C. & Timmons, M.B. (1999). The power law in particle size analysis for aquacultural facilities. *Aquacultural Engineering*, 19(4), 259-273. DOI: [10.1016/S0144-8609\(98\)00054-5](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00054-5)
- Piedrahita, P.H. (2003). Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. *Aquaculture*, 226(1-4), 35-44. DOI: [10.1016/S0044-8486\(03\)00465-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00465-4)
- Rodrigues, J. & Gregg, T.R. (1993). Consideration for the use of ultraviolet in fish culture. In: *Techniques for modern aquaculture* (ed. Wang, J.K.), Proceedings Aquacultural Engineering Conference, Spokane, Washington. ASAE Publication 02-93, American Society of Agricultural Engineers.
- Rosenthal, H. (1981). Ozonation and sterilization. In Proceedings from the World Symposium on Aquaculture in Heated Effluents and Recirculation System Vol.I (Edited by Tiens K.), pp. 219-274. Hccnemann, Berlin, Germany.
- Sharrer, M.J., Summerfelt, S.T., Bullock, G.L., Gleason, L.E. & Tauber, J. (2005). Inactivation of bacteria using ultraviolet irradiation in recirculating salmonid culture system. *Aquaculture Engineering*, 33, 35-149. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2004.12.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2004.12.001)
- Sharrer, M.J. & Summerfelt, S.T. (2007). Ozonation followed by ultraviolet irradiation provides effective bacteria inactivation in a freshwater recirculating system. *Aquacultural Engineering*, 37(2), 180-191. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2007.05.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.05.001)
- Summerfelt, S.T. (2003). Ozonation and UV irradiation - an introduction and examples of current applications. *Aquacultural Engineering*, 28(1-2), 21-36. DOI: [10.1016/S0144-8609\(02\)00069-9](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(02)00069-9)
- Timmons, M. B. & Ebeling, J. M. (2010). *Recirculating Aquaculture* (Second Edition). NRAC Publication No, 401-2010, Cayuga Aqua Ventures, New York 14850, USA.
- Wedemeyer, G.A. (1996). Managing pathogen exposure. In: *Physiology of Fish in Intensive Culture Systems*. Chapman and Hall, New York, USA

## Evaluation of growth performance and intestine villi morphology of black sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) fed with different protein levels containing diets

Farklı protein düzeyli diyetlerle beslenen karadeniz alabalığı (*Salmo labrax* Pallas, 1814)'nın büyümeye performansı ve bağırsak villi morfolojisinin belirlenmesi

Osman Tolga Özel<sup>1\*</sup>  • Eyüp Çakmak<sup>1</sup>  • İsa Coşkun<sup>2</sup>  • Ekrem Cem Çankırılıgil<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Central Fisheries Research Institute, Trabzon, Turkey

<sup>2</sup> Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Kırşehir, Turkey

\* Corresponding author: [osmantolga.ozel@tarim.gov.tr](mailto:osmantolga.ozel@tarim.gov.tr)

Received date: 01.01.2018

Accepted date: 07.03.2018

### How to cite this paper:

Özel, O.T., Çakmak, E., Coşkun, İ & Çankırılıgil, E.C. (2018). Evaluation of growth performance and intestine villi morphology of black sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) fed with different protein levels containing diets. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 125-130. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.04

**Abstract:** This study was conducted to determine changes in the growth performance and distal intestine villi morphology of juvenile Black Sea trout (*Salmo labrax*) fed diets with three different protein levels (40%, 45% and 50%). It was carried out in two separate sections; freshwater (RAS) and seawater. Juvenile Black Sea trout, having average initial weights of 3.44g (freshwater) and 17.70g (seawater), were fed for 90 days. WG, SGR, FCR and survival weren't affected by dietary treatment. However distal intestine villi length (VL), width (VW) and length to width ratio (VL/VW) were affected by dietary treatments. Villi length, width and length to width ratio in the fish fed with diet containing 50% protein in freshwater were found to be higher than those fed with other diets. Villi length in the fish fed with diet containing 50% protein in seawater was higher than those fed with other diets. Results showed that feeding with diets contained different protein levels did not effect on growth performance of Juvenile Black Sea trout, but affected on distal intestine villi morphology.

**Keywords:** Black Sea trout, growth, intestine, villi morphology

**Öz:** Bu çalışma, üç farklı protein düzeyi (%40, %50 ve %55) içeren diyetlerle beslenen yavru Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'nın büyümeye performansı ve bağırsak villi morfolojisindeki değişimleri belirlemek için yapılmıştır. Çalışma tatlısu (kapalı devre) ve deniz suyu olmak üzere iki ayrı yetişiricilik şartlarında yürütülmüştür. Başlangıç ağırlıkları 3.44 g (tatlısu) ve 17.70 g (deniz suyu) ortalamalarına sahip yavru Karadeniz alabalıkları 90 gün boyunca beslenmiştir. Ağırlık artışı, spesifik büyümeye oranı, yem değerlendirme oranı ve yaşama oranı diyetsel uygulamalardan etkilenmemiştir, bağırsak villi uzunluğu (VL), genişliği (VW) ve uzunluğun genişliğe oranı (VL/VW) ise diyetsel uygulamalardan etkilenmiştir. Tatlısuda %50 protein içeren diyetle beslenen balıkların VL, VW ve VL/VW değerleri diğer iki diyetle beslenenlerden daha yüksek bulunmuştur. Deniz suyunda ise %50 protein içeren diyetle beslenen balıkların VL değeri diğer iki diyetle beslenenlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, farklı protein düzeylerinin yavru Karadeniz alabalığının büyümeye performansı üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı, ancak bağırsak villi morfolojisine etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Karadeniz alabalığı, büyümeye, bağırsak, villi morfoloji

## INTRODUCTION

Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814) as a subspecies of the brown trout and an opportunistic ecotype is distributed at the Eastern Black Sea. This is an endemic species for Turkey. They spawn in freshwater, migrate to sea in smolt stage, and spend their adult stage in seawater, and migrate to freshwater to spawn again. Black sea trout have three different ecotypes: Species that migrate to the sea in the Black Sea basin, that don't migrate to the sea but resident in the stream, and that resident in lakes in the Black Sea Region

are called "sea ecotype", "stream ecotype", "lake ecotype" respectively (Tabak et al. 2002). This species has become an important aquaculture species of Turkey in recent years with the works carried out by Central Fisheries Research Institute over the years.

Proteins are the major components of tissues and organs, the major structure of diverse enzymes and hormones, protect the organism against the environment, carry oxygen to the cells and carbon dioxide from the cells, and also an energy source

for metabolic actions (Karabulut, 1991). Protein needs of fish is depending on such factors like feeding rates, genetic composition of fish, environmental conditions of rearing environment including water temperature, quality of water (Anonymous, 2017) and salinity along with age and size of fish (Ahmad et al. 2004), and amino acid composition of protein source (Somsueb, 2017). Ramezani, (2009) stated that protein requirement for salmonids varies between 40 and 50%. Amoah, (2011) stated that optimum growth occurs when protein supplies about 40-50% of the energy requirements in carnivorous fish.

The gastrointestinal tract of fish consist of the mouth, oesophagus, stomach, pyloric ceaca, mid-intestine, distal intestine and the rectum (Merrifield et al. 2011). The gastrointestinal tract are responsible to storing food and water, processing ingested food and water and absorbing digested food and water, and excreting wastes (Jutfelt, 2006). The gastrointestinal morphology is related to feeding habits such as food components, food intake frequency along with body size, shape and species (Khojasteh et al. 2009). The intestines are among the most important organs of fish charged with digestion and absorption of ingested food. Thus, histologically examination of the digestive system especially intestine is quite important. With this way, the knowledge related to nutritional status of fish is can be obtained (Chowdhary et al. 2013; Yadav et al. 2014). The histological features of fish intestine can vary depending on abiotic and biotic factors (Khojasteh, 2012).

In sum, there is lack of knowledge still exist in the Black Sea trout's intestine histology. Only few studies carried out with *Salmo labrax* in this subjects (Cankiriligil et al. 2016, Özal et al. 2017, Özal et al. 2018a). The aim of this study was evaluate to effect of the different protein levels on the growth and distal intestinal villi morphology of Black Sea trout. Our research will contribute to scientific community with revealing effects of different protein based diets and draw attention to Black Sea trout as an endemic and valuable species to aquaculture sector.

## MATERIALS AND METHODS

### Fish, feeding trials and experimental diets

The study was carried out at Central Fisheries Research Institute with two trial groups as trouts cultured in freshwater Recirculateing Aquaculture Systems (RAS) and cultured in open tank system with seawater. In these groups, the average initial weights were 3.44g and 17.70g, and fish counts were 70 and 50 respectively. The fifth-generation (F5) juvenile Black Sea trout were used in both study. Every trial was carried out in triplicate. Fish were fed manually 3% (in freshwater) and 2% (in seawater) of their body weight per day at four times at 08:00, 12:30, 13:00 and 15:30 h. Feed amount was mathematically calculated every three days, and determined by weight increase every fifteen days. Water temperature was saved

daily. The experiment lasted for 90 days. Water temperature in the freshwater and seawater were 13.9-17.5 ( $15.3\pm0.32$ )°C and 7.5-13.5 ( $10.5\pm1.76$ )°C, respectively. Water in tanks was changed 24 times in a day. The cleaning of trail tanks was done by siphoning daily. Three experimental diets were formulated to contain protein at 40%, 45% and 50% levels using fish meal. Crude fat contents of the experimental diets were adjusted as 15%. Ingredients and nutrient composition of all diets were shown in Table 1.

### Chemical analysis

Proximate composition of diets were determined as three parallel. Moisture content and crude ash were carried out Horwitz, (2000). Crude protein was determined by the Kjeldhal procedure and nitrogen conversion factor set as 6.25 (AOAC, 2009). Finally, crude fat ratios were determined according to Folch et al. (1957).

### Performance parameters

The growth performance of the fish was calculated in according to Ebrahimi and Ouraji, (2012).

Weight gain (WG) (%) = [(final weight – initial weight) / initial weight (g)] × 100

Specific growth rate (SGR) (% body weight/day) = [(ln final weight – ln initial weight) / trial period (days)] × 100

Feed conversion ratio (FCR) = Total feed intake (g) / Weight gain (g)

Survival (%) = (final number of fish / initial number of fish) × 100

### Intestine histomorphology

Distal intestine samples were taken from intestine and cut into 1.5 cm pieces and placed into 10% formalin for further processing. Tissues sections were placed into tissue cassettes for dehydration process and were embedded in paraffin blocks, and subsequently cut 5- $\mu$  thickness and placed on a slide. Each intestine histomorphologic tissue sample was prepared and stained with hematoxylin and eosin solution by using standard paraffin-embedding procedure. After embedding process, villi length and villi width were photographed and evaluated by using an image processing and analysis system (ZEN 2012 SP2) (Xu et al. 2003).

### Statistical analysis

Data were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA). Differences between means were compared using Duncan's multiple range test. Differences were considered statistically significant at P<0.05. All statistical analyses were computed using SPSS 15.0.

**Table 1.** Formulation and proximate composition of experimental diets (%)

Ingredients	Diets		
	40	45	50
Fish meal	28	33	40
Soybean meal	19	19	19
Chicken meal	14.5	14.5	14.5
Sunflower meal	8.9	8.3	6.9
Semolina flour	19	15	10
Fish oil <sup>1</sup>	8.1	7.7	7.1
Wheat gluten	2	2	2
Vit mix <sup>2</sup>	0.20	0.20	0.20
Mineral mix <sup>3</sup>	0.15	0.15	0.15
Colin cloride	0,05	0,05	0,05
Vit C	0.1	0.1	0.1
<b>Proximate composition</b>			
Crude protein	40.1	44.9	49.6
Crude lipid	15.0	15.1	15.1
Ash	6.7	7.3	8.1
Moisture	5.2	5.7	6.4
Metabolic energy (kcal/kg)	3622	3611	3600

<sup>1</sup>Cod liver oil

<sup>2</sup>Roche Performance Premix (Hoffman-La Roche, INC., Nutley, N.J., USA), composition per g of the vitamin mixture: vitamin A, 2645,50 IU; vitamin D3, 220,46 IU, vitamin E, 44,09 IU; vitamin B<sub>12</sub> 13 mg; riboflavin, 13,23 mg; niacin, 61,73 mg; d-pantothenic acid, 20,05 mg; menadione, 1,32 mg; folic acid, 1,76 mg; thiamin, 7,95 mg and d-biotin, 0,31 mg.

<sup>3</sup>Bernhart Tomarelli salt mixture (ICN Pharmaceuticals, Costa Mesa, CA, USA), composition (g/100 g): calcium carbonate, 2.1; calcium phosphate dibasic, 73.5; citric acid, 0,27; cupric citrate, 0,046; ferric citrate, 0,558; magnesium oxide, 2,5; manganese citrate, 0,835; potassium iodide, 0,001; potassium phosphate dibasic, 8,1; potassium oxide, 6,8; sodium chloride, 3,06; sodium phosphate, 2,14; and zinc citrate, 0,133.

## RESULTS

### Growth performance and intestine histomorphology

Results demonstrated that fish growth wasn't significantly affected by dietary protein levels but intestine villi morphology was affected. Final weight, weight gain (WG), specific growth rate (SGR), feed conversion rate (FCR) and survival rate weren't affected by the dietary protein levels in both freshwater and seawater conditions ( $P>0.05$ ). In freshwater, however, as dietary protein levels increased, final weight, weight gain, SGR, FCR improved numerically. But this improvement was insignificant ( $P>0.05$ ). Intestine villi length (VL), width (VW) and length to width ratio (VL/VW) were affected by dietary

treatments in both conditions. Villi length, width and length to width ratio in the fish fed with diet containing 50% protein in freshwater were found to be higher than those fed with other diets. VW and VL/VW in the fish fed with a diet containing 40% and 45% protein in freshwater was found to be similar to each other. Villi length in the fish fed with diet containing 50% protein in seawater was higher than those fed with other diets. Villi width in the fish fed with a diet containing 40% and 50% protein in seawater was found to be similar to each other. In both freshwater and seawater conditions, the intestine villi length significantly increased with increasing dietary protein levels.

Results are summarized in [Table 2](#) and [3](#). Histological photographs of distal intestine were shown in [Figure 1](#) and [2](#).

**Table 2.** Growth parameters and distal villi morphology of juvenile Black Sea trout fed diets with three different protein levels for 12 weeks in freshwater

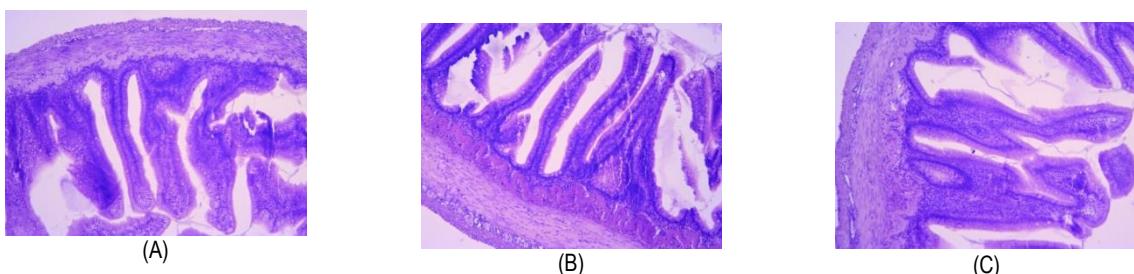
Growth parameters	Freshwater (15.3°C)		
	40%	45%	50%
Initial weight (g)	3.43±0.01	3.44±0.01	3.44±0.01
Final weight (g)	21.37±1.48	21.41±0.77	22.63±0.17
Weight gain (%)	522.66±44.04	522.92±21.40	558.82±5.31
SGR (%)	2.02±0.08	2.03±0.04	2.09±0.01
FCR	1.37±0.18	1.32±0.03	1.20±0.04
Survival rate (%)	86.67±5.41	90.48±2.18	87.62±2.18
<b>Villi Morphology</b>			
VL (μm)	626.16±102.04 <sup>c</sup>	707.60±114.77 <sup>b</sup>	901.79±120.38 <sup>a</sup>
VW (μm)	111.36±21.61 <sup>b</sup>	114.92±20.66 <sup>b</sup>	129.78±30.08 <sup>a</sup>
VL/VW	5.82±1.49 <sup>b</sup>	6.31±1.37 <sup>b</sup>	7.27±1.82 <sup>a</sup>

Means with different superscript letters in a row are significantly different ( $P<0.05$ )

**Table 3.** Growth parameters and distal villi morphology of Black Sea trout juveniles fed diets with three different protein levels for 12 weeks in seawater

Growth parameters	Seawater (10.5°C)		
	40%	45%	50%
Initial weight (g)	17.70±0.02	17.73±0.01	17.68±0.02
Final weight (g)	55.39±1.68	55.41±3.28	55.23±2.27
Weight gain (%)	212.97±9.70	228.78±18.36	212.92±12.98
SGR (%)	1.26±0.03	1.32±0.06	1.27±0.05
FCR	1.61±0.12	1.48±0.04	1.55±0.12
Survival rate (%)	96.67±4.16	98.00±3.46	98.00±2.00
<b>Villi Morphology</b>			
VL (μm)	531.05±104.45 <sup>c</sup>	638.28±100.12 <sup>b</sup>	788.44±104.26 <sup>a</sup>
VW (μm)	125.45±34.44 <sup>ab</sup>	116.17±24.39 <sup>b</sup>	127.26±14.02 <sup>a</sup>
VL/VW	4.44±1.23 <sup>b</sup>	5.74±1.66 <sup>a</sup>	6.27±1.17 <sup>a</sup>

Means with different superscript letters in a row are significantly different ( $P<0.05$ )



**Figure 1.** Distal intestine villi histology of Black Sea trout fed diets with 40% (A), 45% (B) and 50% (C) protein levels in freshwater (4x, H&E)



**Figure 2.** Distal intestine villi histology of Black Sea trout fed diets with 40% (D), 45% (E) and 50% (F) protein levels in seawater. (4x, H&E)

## DISCUSSION

In a previous study, FCR and SGR in juvenile Caspian Brown trout (*Salmo trutta caspius*) fed on diets containing 45 and 50% protein were better than those of 55% protein (Ramezani, 2009). An additional previous study, juvenile Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) had highest growth rate when fish fed with high dietary protein level (39.89% CP) (Amoah, 2011). Protein requirements for maximum growth of Arctic charr, Atlantic salmon, Chinook salmon, Coho salmon, Sockeye salmon and rainbow trout were found as 39%, 55% (or 45), 40%, 40%, 45% and 40%, respectively, depending on protein sources in diet (Lall and Anderson, 2005). In present study, weight gain, feed conversion ratio and specific growth rate weren't affected by dietary protein levels (40, 45 and 50%). According to this results, in both freshwater and seawater conditions, diets of juvenile Black Sea trout can contain the

protein 40-50%. It can be said that this results were similar to those in salmonids described above. Also, in the present study, it was found that Black Sea trout obtained a growth nearly 5 fold in weight at the end of 90-days trial period in freshwater conditions. A similar result was reported by Öznel et al. (2018b). The growth of brown trout, which is rather slow in fresh water, is substantially increased in sea water (Quillet et al. 1992). In the present study, however, it was found that these species obtained a growth nearly 2 fold in weight at the end of 90-days trial period in seawater. This result was quite low compared to freshwater. This may arise from decrease of feed intake. Because fish were fed 2% of their body weight during experiment. Whereas were fed 3% in freshwater. Also seawater temperature was low compared to freshwater. Moreover, fish may have been exposed to tank and smoltification stress due to keeping in tank environment during experiment. Similarly, Dosdat et al. (1997) stated that growth rate of Brown trout was

decreased during first 20 days after they transferred to seawater due to large decrease in feed intake. Lower growth rate can be explain to lesser domestication associated with feeding behavior of brown trout in small tanks. The most significant growth rate as 0.98 was recorded in 27 m<sup>3</sup> sea cages owing to less stress levels. The reason for that is these fish fed with equivalent diet (52 % protein and 18 %) with high feeding ratio as 1 % per body weight by day.

In previous studies, [Yadav et al. \(2014\)](#) found that diets with fish oil, soybean oil, linseed oil and beef tallow allowed increase in number of intestine villi of Asian catfish (*Clarias batrachus*), [Zaki et al. \(2015\)](#) found that dietary chitosan incorporated into feed formulation on the intestine morphology of Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) increased the villus height in duodenum and jejunum, [Heidarieh et al. \(2013\)](#) found that aloe vera incorporated in the Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed increased the villus length and decreased the villus width in proximal intestine. Also [Santigosa et al. \(2011\)](#) stated that vegetable based feeding of fish effects to intestine histology. These results shows that intestine villi morphlogy can be affected by dietary treatments. [Raskovic et al. \(2011\)](#) stated that intestine histology can vary due to the selected species and ingested feed. In present study, the villi length (VL), width (VW)

and length to width ratio (VL/VW) significantly affected by dietary protein levels in both freshwater and seawater. In both conditions, VL and VW of fish fed with 50% protein were higher than those fed with 40% and 45% protein. Similarly, [Michel-Parra et al. \(2007\)](#) found that small intestine villi length of tilapia (*Orechromis aureus*) fed with 50% protein containing diets was higher than those fed with 40% protein. Our results show that there are the positive effects of different dietary protein levels on the distal intestine villi morphology.

Present study suggests that feeding with diets containing different protein levels of juvenile Black Sea trout did not effect on growth directly, but had on distal intestine villi structure. Besides, in order to obtain more detail knowledge about protein requirements of Black Sea trout, narrower (<40%) and wider (>50%) ranges should be studied, and this ranges should be studied at different water temperature, production systems and water sources with different sized fish. Also it should be search effects of different diets on intestine villi morphology.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the support given by the researchers in the project "Determination of nutrition requirements of Black Sea trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814)"

#### REFERENCES

- Ahmad, M.H., Abdel-Tawwab, M., & Khattab, Y.A.E. (2004). Effect of dietary protein levels on growth performance and protein utilization in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) with different initial body weights. The sixth international symposium on tilapia in aquaculture, Manila, Philippine.
- Anonymous. (2017). The Importance of Amino Acids in Fish Farming. Date accessed: 09.10.2017.
- Amoah, Y.T. (2011). Effect of dietary protein levels on growth and protein utilization in juvenile arctic char (*Salvinus alpinus*). United Nations University Fisheries Training Programme, Iceland (final Project). <http://www.unuftp.is/static/fellows/document/ya11pdf.pdf>
- AOAC. (2009). Food analysis, Vol. Chapt. ed. Gaithersburg.
- Cankirilgil, E.C., Cakmak, E., & Ozcan Akpinar, I. (2016). Histological Development of the Digestive Tract of Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* PALLAS, 1811) During Larval Ontogeny, in: 41th CIESM Congress Living Resources & Marine Ecosystems Committee. p. 330.
- Chowdhary, S., Srivastava, P.P., Jena, J., Yadav, A.K., Dayal, R., Mishra, S., & Srivastava, S.M. (2013). Histological studies of the intestine in threatened Asian catfish (*Clarias batrachus*) fingerlings fed with animal or plant origin protein blended with glucosamine. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 1(2), 50-55.
- Dosdat, A., Metailler, R., Desbruyeres, E., & Huelvan, C. (1997). Comparison of brown trout (*Salmo trutta*) reared in fresh water and sea water to freshwater rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) : 1. Growth and nitrogen balance. *Aquat. Living Resource*, 10(3), 157-167.
- Ebrahim, G., and Ouraji, H. (2012). Growth performance and body composition of kutum fingerlings, *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii 1901), in response to dietary protein levels. *Turk J Zool*, 36 (4), 551-558.
- Folch, J., Lees, M., and Sladane-Stanley, G.H.A. (1957). Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- Heidarieh, M., Mirvaghefi, A.R., Sepahi, A., Sheikhzadeh, N., Shahbazfar, A.A., & Akbari, M. (2013). Effects of dietary aloe vera on growth performance, skin and gastrointestinal morphology in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 13, 367-373. DOI: 10.4194/1303-2712-v13-2-20.
- Horwitz, W. (2000). Official methods of analysis of AOAC international (Oma). Education Gaithersburg.
- Jutfelt, F. (2006). The Intestinal Epithelium of Salmonids. Department of Zoology, Zoophysiology Göteborg University.
- Karabulut, A. (1991). Animal feeding physiology and metabolism course note. Uludag University, Faculty of Agriculture, Bursa, Turkey.
- Khojasteh, S.M.B., Sheikhzadeh, F., Mohammadnejad, D., & Azami, A. (2009). Histological, Histochemical and Ultrastructural Study of the Intestine of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *World Applied Sciences Journal* 6 (11), 1525-1531.
- Khojasteh, S.M.B. (2012). The morphology of the post-gastric alimentary canal in teleost fishes: a brief review. *International Journal of Aquatic Science*, 3(2).
- Lall S.P. & Anderson S. (2005) Amino acid nutrition of salmonids: Dietary requirements and bioavailability. In: Montero D. (ed.), Basurco B. (ed.), Nengas I. (ed.), Alexis M. (ed.), Izquierdo M. (ed.). Mediterranean fish nutrition. Zaragoza: CIHEAM, (2005). p. 73-90. (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 63). Workshop on Mediterranean Fish Nutrition, 2002/06/01-02, Rhodes (Greece).
- Michel-Parra, J.G., Orozco Hernandez, J.R., Ruiz Garcia, I.J. & Montanes Valdez, O.D. (2007). Effect of protein level on Alevins growth and intestinal villi development of Tilapia (*Orechromis aureus*). *Journal of Fisheries International*, 2(3), 211-213.
- Merrifield, D.L., Olsen, R.E., Myklebust, R. & Ringø, E. (2011). Dietary Effect of Soybean (Glycine max) Products on Gut Histology and Microbiota of Fish. INTECH Open Access Publisher.
- Quillet, E., Faure, A., Chevassus, B., Krieg, F., Harache, Y., Arzel, J., Metailler, R. & Boeuf, G. (1992). The potential of brown trout (*Salmo trutta* L.) for mariculture in temperate waters. Presented at Study course on aquaculture of arctic charr and brown trout, Reykjavik, ISL (1991-08-16 - 1991-08-18). <http://prodinra.inra.fr/record/160662>.

- Özel, O.T., Coşkun, I. & Çakmak, E. (2018a). Intestine Villi Morphology of Black Sea Trout (*Salmo labrax* Pallas, 1814). *LimnoFish*, 4(1), 42-46.  
DOI: [10.17216/LimnoFish.365434](https://doi.org/10.17216/LimnoFish.365434)
- Özel, O.T., Çakmak, E. & Coşkun, I. (2017). Intestine Villi Morphology of Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811): In Seawater and After Freshwater Transfer. *1<sup>st</sup> International Symposium on Limnology and Freshwater Fisheries*. 04-06 October 2017, İsparta.
- Özel, O.T., Çakmak, E. & Öztürk, E. (2018b). Effects of Alternative Oil Sources on Growth Performance, Lipid Metabolism and mRNA level of Some Genes in Juvenile Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18, 891-903.  
DOI: [10.4194/1303-2712-v18-7-07](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18-7-07)
- Ramezani, H. (2009). Effects of Different Protein and Energy Levels on Growth Performance of Caspian Brown Trout, *Salmo trutta caspius* (Kessler, 1877). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*.  
DOI: [10.3923/jfas.2009.203.209](https://doi.org/10.3923/jfas.2009.203.209)
- Raskovic, B.S., Stankovic, M.B., Markovic, Z.Z. & Poleksic, V.D. (2011). Histological methods in the assessment of different feed effects on liver and intestine of fish. *Journal of Agricultural Sciences*, 56(1), 87-100.  
DOI: [10.2298/JAS1101087R](https://doi.org/10.2298/JAS1101087R)
- Santigosa, E., García-Meilan, I., Valentín, J.M., Pérez-Sánchez, J., Medale, F., Kaushik, S. & Gallardo, M.A. (2011). Modifications of intestinal nutrient absorption in response to dietary fish meal replacement by plant protein sources in sea bream (*Sparus aurata*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 317(1-4), 146-154.  
DOI: [10.1016/j.aquaculture.2011.04.026](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.04.026)
- Somsueb, P. (2017). Protein and energy requirement and feeding of fish. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=23164878DB2611BBD42448A6F2AE045B?doi=10.1.1.526.3067&rep=rep1&type=pdf>. Date accessed: 09.10.2017.
- Tabak I., Aksungur M., Zengin M., Yilmaz C., Aksungur N., Alkan A., Zengin B., & Misir D.S. (2002). Project for the investigation of the cultural feasibility and the determination of the biotechnological properties of the Black Sea trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas 1811). Final report. General Directorate of Agricultural Research and Policies. 98/12/01/007. p. 173.
- Yadav, A.K., Srivastava, P.P., Chowdhary, S., Lakra, W.S., Shrivastava, P., & Dayal, R. (2014). Histological alterations in the intestine of threatened Asian catfish, *Clarias batrachus* fed with different types of fats through semi-purified diets. *Advances in Applied Science Research*, 5(2), 35-41.
- Xu Z.R., Hu C.H., Xia M.S., Zhan X.A., & Wang M.Q. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, *intestinal microflora and morphology of male broilers*, *Poultry Science*, 82, 1030- 1036.
- Zaki, M.A., Salem, M.A., Gaber, M.M. & Nour, A.M. (2015). Effect of chitosan supplemented diet on survival, growth, feed utilization, body composition & histology of Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *World Journal of Engineering and Technology*, 3, 38-47.  
DOI: [10.4236/wjet.2015.34C005](https://doi.org/10.4236/wjet.2015.34C005)

## **Yüksek sıcaklıkla oksidatif strese maruz bırakılan Gökkuşağı Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792), Karayemiş yaprağı (*Laurocerasus officinalis* Roem.) ekstraktının büyümeye, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkisi**

**The effect of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) leaf extract on the growth, survival and some antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) exposed to oxidative stress induced by high temperature**

**Ayşe Parlak Akyüz<sup>1</sup>  • Seval Dernekbaşı<sup>2\*</sup>  • İsmihan Karayücel<sup>2</sup> **

<sup>1</sup> Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti. Bafrası, Samsun, Turkey

<sup>2</sup> Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Akıman, Sinop, Turkey

\* Corresponding author: sevalyaman@hotmail.com

Received date: 13.02.2017

Accepted date: 09.03.2018

**How to cite this paper:**

Parlak Akyüz, A., Dernekbaşı, S. & Karayücel, İ. (2018). The effect of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* roem.) leaf extract on the growth, survival and some antioxidant enzymes of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* walbaum, 1792) exposed to oxidative stress induced by high temperature. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 131-139. DOI:10.12714/egefjas.2018.35.2.05

**Öz:** Bu çalışmada, yüksek sıcaklıkla oksidatif strese maruz bırakılan gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*), karayemiş yaprağı (*Laurocerasus officinalis*) ekstraktının büyümeye parametreleri, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler [süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx)] üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, birin deneme üzere iki çalışma yürütülmüştür. Ön denemedede yeme çeşidi konsantrasyonlarında (1, 5, 10 ve 15 g ekstrakt/kg) katılan karayemiş yaprağı ekstraktının büyümeye, yaşama oranı, kanda ve solungaçta antioksidan enzimler üzerine etkileri incelenerek, uygun karayemiş yaprağı ekstraktı konsantrasyonu 15 g/kg yem olarak belirlenmiştir. Diğer denemedede ise 15, 19 ve 21°C olmak üzere 3 sıcaklık uygulaması ile oksidatif stres oluşturulan juvenil gökkuşağı alabalığında 15 g/kg konsantrasyonunda yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının büyümeye, yaşama oranı, yem tüketimi, biyokimyasal kompozisyon ve karaciğerde antioksidan enzimler üzerine etkileri incelenmiştir. Kullanılan karayemiş ekstraktının büyümeyi 15°C'de gerilettiği, 21°C'de ise olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca 19 ve 21°C'de karayemiş ilaveli yemle beslenen grupta, yaşama oranının kontrol gruptlarına göre önemli oranda artışı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Enzim analizleri bakımından her iki çalışmada gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Çalışmanın sonunda elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, karayemişin stres altında yaşam oranını artttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak ekonomik ve kolay bulunan bir bitki olan karayemişin, su ürünlerini yetişiriciliğinde yaz aylarındaki sıcaklık artışı süresince yeme ilave edilerek yaşanan kayıpları engelleyen yeni bir antioksidan madde olma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

**Anahtar kelimeler:** Karayemiş, oksidatif stres, gökkuşağı alabalığı, yaşama oranı, büyümeye, antioksidan enzim

**Abstract:** In this study, the effects of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) leaf extract on the growth parameters, survival rate and some antioxidant enzymes [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPx)] of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in oxidative stress induced by high temperature were investigated. For this purpose, two trials, one of which was a preliminary trial, were conducted. In the preliminary study, the effect of cherry leaf extract supplemented to the diet with different concentrations (1, 5, 10, 15 g extract/kg) on growth, survival rate and antioxidant enzymes in blood and gill tissue were examined and the optimum concentration was determined as 15 g/kg. In the other study, the effect of supplementation of cherry laurel leaf extract with a concentration of 15 g/kg food to the diet on growth, survival rate, feed consumption, biochemical composition and antioxidant enzymes in the liver were investigated in juvenile trout induced by three temperature applications of 15, 19 and 21°C. The used cherry laurel leaf extract caused growth retardation in 15°C but showed a positive effect on growth in 21°C. Also, survival rate increased significantly in the groups fed with cherry laurel supplemented diets in 19 and 21°C ( $p<0.05$ ). In terms of antioxidant enzymes, there were no significant difference between the groups ( $p>0.05$ ). Considering the results obtained at the end of the study, it was determined that cherry laurel increased the survival rate of trout under stress. As a result, it can be said that cherry laurel which is economic and easily found plant have a potency to become a new antioxidant substance that prevent losses by adding to the trout diet during the summer heat increase in aquaculture production.

**Keywords:** Cherry laurel, oxidative stress, rainbow trout, survival, growth, antioxidant enzyme

## GİRİŞ

Yetiştiricilik ortamında, elleme, taşıma, aşırı stoklama, uygun olmayan su koşulları gibi birçok stres etkeni bulunmaktadır ve su sıcaklığındaki değişiklikler balık için en önemli etkenlerden biridir (Newman, 2000). Sıcaklık değişimi, canlılığın ölümüne neden olabilir, balığa dolaylı olarak zarar verebilir, metabolizma hızını ve gelişimi etkileyebilir, aktiviteyi ve dağılımı sınırlayabilir, diğer çevresel faktörlerle etkileşime girerek onların potansiyel etkilerini maskeleyebilir ve duysal algıyu uyarabilir (Coutant, 1976). Özellikle salmonidler için yetiştiricilik ortamında su sıcaklığının yükselmesi yem almısında azalma, büyümeye gerileme, hastalık görülme sıklığında artış ve yaşama oranında azalma ile sonuçlanabilir.

Son yıllarda araştırmacılar ve yetiştiriciler hastalıkları önlemek, büyümeye performansını artırmak ve bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla antioksidan özellik gösteren bitkisel katkı maddelerine yönelikmeye başlamıştır. Araştırmalar, bu maddelerin oldukça yararlı etkilerinin olduğunu göstermiştir. Bitkisel katkı maddesi kullanımının en büyük avantajı, bu maddelerin doğal içerikli olması ve balık, insan ya da çevreye zarar vermemeleridir (Gabor vd., 2012). Tibbi bitkiler insanlar tarafından binlerce yıl boyunca ilaç ve bağışıklık güçlendirici olarak kullanılmıştır. Bu bitkiler balıklarda spesifik olmayan savunma mekanizmalarını erken aktive ederek immunostimulant olarak görev yapabilir (Govind vd., 2012).

Herhangi bir stres etkeni nedeniyle, canlıda prooksidan-antioksidan dengesinin bozulması sonucunda ortaya çıkan oksidatif stresin etkileri, antioksidan savunma sisteminin güçlendiren antioksidan maddeler yardımıyla ortadan kaldırılabilir. Antioksidan savunma sistemi, enzimatik ve non-enzimatik antioksidanlar olarak sınıflandırılabilir (Mehta ve Gowder, 2015). Enzimatik antioksidanların başlıcaları olan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerindeki değişimler oksidatif stresin göstergesi olarak kullanılabilir (Ekambaram vd., 2014).

Karayemiş (*Laurocerasus officinalis*), antioksidan özelliği kanıtlanmış tıbbi bitkiler arasında yer almaktadır ve yıllar boyu Doğu Karadeniz'in yerel halkı tarafından egzama, boğaz ağrısı, astım, öksürük gibi hastalık ve sorunların tedavisinde kullanılmaktadır (Kolaylı vd., 2003; Liyana-Pathirana vd., 2006; Karahalil ve Şahin, 2011; Demir vd., 2017). Ayrıca, oksidatif hasara karşı hücrelerin korunmasını sağlayan fenolik bileşikler bakımından oldukça zengin bir bitki olup yaprak, meyve ve çekirdekleri yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Engin, 2007). Bu bakımından karayemiş balıklarda stresin oluşturduğu etkiyi azaltarak, yaşama oranını artırabilir ancak daha önce herhangi bir balık türü üzerinde antioksidan olarak kullanımına rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, karayemiş yaprağı ekstraktının gökkuşağı alabalığı üzerinde büyümeye, yaşama oranı, biyokimyasal kompozisyon ve bazı antioksidan enzimler üzerine [süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx)] etkisini belirlemek amacıyla biri ön deneme olmak üzere iki çalışma yürütülmüştür. Buna göre ön denemedede yeme çeşitli

konsantrasyonlarda katılan karayemiş yaprağı ekstraktının alabalıklarda büyümeye, yaşama oranı, kanda ve solungaçta antioksidan enzimler bakımından etkileri incelenerek çalışmada kullanılacak olan konsantrasyon tespiti yapılmıştır. Diğer denemedede 15, 19 ve 21°C olmak üzere 3 sıcaklık uygulaması ile oksidatif stres oluşturulan juvenil gökkuşağı alabalığında yeme ilave edilen karayemiş yaprağı ekstraktının büyümeye parametreleri, yaşama oranı, biyokimyasal kompozisyon ve karaciğer dokusunda bazı antioksidan enzimler üzerine olan etkileri incelenmiştir.

## MATERIAL VE METOT

### Akvaryum sistemi

Araştırmalar, Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütülmlesi amacıyla 18 adet akvaryum ve 6 adet sump filtre sisteminden oluşan kapalı devre sistemler kurulmuştur. Daimi su sirkülasyonu ve sump filtre sisteminde yer alan filtre malzemeleri sayesinde, mekanik, kimyasal ve biyolojik filtrasyon sağlanmıştır. Havalandırma, sump filtre sistemine yerleştirilen iki adet hava taşı vasıtıyla gerçekleştirılmıştır.

### Yemlerinin hazırlanması ve balıkların beslenmesi

Sinop ili Karakum mevkiiinden toplanan karayemiş yaprakları temizlenip tartıldıktan sonra, yapraklardaki nemin daha hızlı uçması için ağızı açık etüvde 72 saat süresince 45°C'de kurutularak, öğütücüde toz haline getirilmiştir. 50 gram toz yaprak 1000 ml'lik erlene konulmuş ve üzerine 500 ml metanol ilave edilerek erlenin tamamı alüminyum folyo ile kaplanmıştır. 24 saat karanlıkta manyetik karıştırıcıda karıştırılan çözelti filtre kağıdıyla (Whatman No.1) süzülerek, metanol rotary evaporatörde 45°C'de vakumla uçurularak ekstrakt hazırlanmıştır (Gökçe vd., 2007).

Denemelerde protein oranı %54 ve yağ oranı %20 olan ticari alabalık yemi kullanılmıştır. Ön denemedede ticari alabalık yemi öğütücü yardımıyla toz haline getirilmiştir. Elde edilen ekstrakt saf su ile çözürtlerek 1, 5, 10 ve 15 g karayemiş yaprağı ekstraktı/kg yem konsantrasyonlarında yemlere ilave edilmiş, yem tekrar karıştırılmış ve pelet makinesinden geçirilmiştir. Pelet haline getirilen yemler etüve yerleştirilerek 18 saat kurutulmuştur. Ön denemedede sözü edilen konsantrasyonlardaki karayemiş yaprağı ekstraktı içeren yemlerle beslenen gruplar sırasıyla; KY1, KY5, KY10 ve KY15 olarak isimlendirilmiş ve KY0 ise kontrol grubunu oluşturarak herhangi bir ekstrakt kullanılmamıştır.

Diger denemedede ise balıkların daha küçük olmasından dolayı ve pelet yöntemiyle daha küçük yem elde edilememesi nedeniyle yemler püskürtme yöntemine göre hazırlanmıştır. Buna göre, elde edilen ekstrakt saf su içerisinde çözürtlerek ticari alabalık yemi üzerine püskürtülmüş (Lee vd., 2012) ve etüvde 18 saat kurutulmuştur. Kurutulan deneme yemleri poşetlenerek +4°C'de muhafaza edilmiştir. Bu işlem her iki

deneme süresince bitki ekstraktının etkinliğinin korunması amacıyla haftalık olarak tekrarlanmıştır.

Balıklar, denemeler süresince 08:00-16:00 saatlerinde, günde iki kez olmak üzere haftanın yedi günü, bütün balıkların yem almamasına özen gösterilerek görülebilir doygunluk sınırına ulaşıcaya kadar yemlenmiştir. Balıklar tarafından tüketilen yem her özünde belirlenerek kayıt altına alınmıştır.

#### Balık materyali ve deneme düzeni

Denemelerde kullanılan gökkuşağı alabalıkları özel bir firmadan (Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti., Bafra, Samsun) temin edilmiştir. Yürüttülen her iki deneme için getirilen balıklar, 4000 lt hacimli fiberglas tanka stoklanmıştır. 15 gün süreyle günde iki kere ticari alabalık yemi ile beslenen balıkların ortama adaptasyonları sağlanmıştır.

Ön deneme, üç tekerrürlü beş grup halinde oluşturulmuş ve 15 günde tamamlanmıştır. Ortalama ağırlığı  $49.3 \pm 0.38$  g olan 75 adet gökkuşağı alabalığı stok tankından rastgele seçiliip her bir akvaryuma 5'er adet stoklanmıştır. Ön deneme başında stok tankından 14 adet balığın biyometrik ölçümleri gerçekleştirılmıştır. Deneme süresince ortalama su sıcaklığı  $13.86 \pm 0.03^\circ\text{C}$  olarak tespit edilmiştir. Deneme sonunda, her bir akvaryumdan 3'er adet balık solungaç örneklemesi için alınmış ve tüm balıklar büyümeye parametrelerinin ve etteki biyokimyasal kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla örneklenmiştir.

Diğer deneme, üç tekerrürlü altı grup halinde planlanmış ve 52 gün süre ile yürütülmüştür. Ortalama ağırlığı  $6.05 \pm 0.03$  g olan 540 adet gökkuşağı alabalığı rastgele seçiliip her bir akvaryuma 30'ar adet stoklanmıştır. Deneme başında stok tankından 10 adet balığın biyometrik ölçümleri gerçekleştirılmıştır. Gökkuşağı alabalığı için optimum büyümeye sıcaklık aralığı  $13-17^\circ\text{C}$  olarak bildirilmesinden dolayı (Çelikkale, 1994), denemede kullanılmak üzere, optimum sıcaklık değeri ortalama  $15^\circ\text{C}$ , optimum üstü sıcaklık derecesi ise  $19^\circ\text{C}$  olarak seçilmiştir. Balıkların sıcaklık stresine girip aynı zamanda halen yem tüketebilmesini sağlamak amacıyla  $21^\circ\text{C}$  yüksek sıcaklık olarak belirlenmiştir (Boyd ve Tucker, 1998). Su sıcaklığı 15, 19 ve  $21^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanan 6 gruptan 3 tanesi karayemiş yaprağı ekstraktı ilaveli yemle beslenirken (D15, D19, D21) diğer 3 grup karayemiş yaprağı ekstraktı ilavesi yapılmamış ticari yemle (C15, C19, C21) beslenmiş ve kontrol grupları olarak nitelendirilmiştir. Deneme süresince su sıcaklığı ve çözünmüş oksijen günde 2 kez, pH haftada 1 kez ölçülmüştür. Deneme sonunda, ortalama su sıcaklığı, çözünmüş oksijen ve pH sırasıyla C15, C19 ve C21 grupları için  $14.70$ ,  $19.02$  ve  $21.14^\circ\text{C}$ ;  $8.21$ ,  $7.78$  ve  $7.30 \text{ mgL}^{-1}$ ;  $8.18$ ,  $8.18$  ve  $8.11$ , D15, D19 ve D21 grupları için  $14.88$ ,  $19.05$  ve  $21.22^\circ\text{C}$ ;  $8.20$ ,  $7.66$  ve  $7.32 \text{ mgL}^{-1}$ ;  $8.22$ ,  $8.30$  ve  $8.30$  olarak belirlenmiştir. Deneme, büyümeye parametreleri ve biyokimyasal kompozisyonun belirlenmesi amacıyla tüm balıkların örneklemesi yapılarak sonlandırılmıştır.

#### Kan örneklerinin alınması

Ön denemedede ilk kan alımı, balıkların deneme yemleriyle beslenmeye başlanmasıından 4 gün sonra gerçekleştirılmıştır.

Her akvaryumdan rastgele 1 balık seçilerek  $30 \text{ mg/L}$  konsantrasyonda karanfil yağı içeren suda bayılmaları sağlanmıştır (Metin vd., 2015). Beş ml'lik enjektör kullanılarak kan örnekleri alınmıştır. Alınan kan santrifüj tüpüne aktarılırak  $25^\circ\text{C}$ 'de 30 dakika boyunca pihtlaşması için bekletilmiştir. Bu süre sonunda kan örnekleri 15 dakika boyunca  $4^\circ\text{C}$ 'de  $2000 \times g$  devirde santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısmında ortaya çıkan sarı faz otomatik pipet yardımıyla alınmıştır. Serum örnekleri ependorf tüplerine konularak analize kadar  $-80^\circ\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir.

Ön denemedede kandan elde edilen serum miktarının, her üç antioksidan enzim analizini (SOD, CAT, GPx) gerçekleştirmek için yeterli olmaması nedeniyle, yalnızca SOD ve CAT enzim analizleri gerçekleştirılmıştır. Kan örneklemesi yalnızca ön denemedede gerçekleştirilmiştir.

#### Doku örneklerinin alınması

Antioksidan enzim analizlerinin gerçekleştirilmesi amacıyla, ön denemedede solungaç dokusu örneklemesi gerçekleştirilmiş olup sonrasında incelenen literatür ışığında, yapılan diğer denemedede karaciğer dokusu örneklemesi yapılmıştır.

Denemedede ilk doku örneklemesi, su sıcaklıklarının, planlanan deneme sıcaklığına ulaşması sonrasında gerçekleştirılmıştır. İlk örnekmede her akvaryumdan rastgele 3 balık,  $30 \text{ mg/L}$  konsantrasyonda karanfil yağı ile bayıldırmıştır (Metin vd., 2015). Her bireyin boy ve ağırlık ölçümü yapılmıştır. Balıkların karaciğer dokusu kesilerek çıkarılmış ve  $-80^\circ\text{C}$ 'lik dondurucuda muhafaza edilmiştir. 15, 30 ve 45. gün örneklemeleri de aynı şekilde gerçekleştirilmiş olup her akvaryumdan 5'er adet balık örneklenerek karaciğeri alınmıştır.

#### Biyokimyasal analizler

Besin madde bileşenleri analizi (Nem, ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK) için homojenizatörde homojen hale getirilen balık etleri, analizler yapıldıktan sonra  $-80^\circ\text{C}$ 'de saklanmıştır. Analizler (AOAC, 1995) standart metoda göre yapılmıştır. Enzim analizleri yapılmak üzere alınan örnekler kuru buz ile ( $-80^\circ\text{C}$ ) özel bir laboratuvara (Bilim Sağ. ve Lab. Hiz. Tic. Ltd. Şti., İstanbul) gönderilmiştir.

#### Verilerin hesaplanması

Denemededen elde edilen veriler, aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$\text{CAA (Canlı Ağ. Artışı, g)} = \text{Deneme sonu vücut ağırlığı (g)} - \text{Deneme başı vücut ağırlığı (g)}$$

$$\text{SBO (Spesifik Büyüme Oranı, \%)} = \frac{[\ln (\text{Deneme sonu ağırlık (g)} - \ln (\text{Deneme başı ağırlık (g)})] / \text{Deneme süresi}}{100}$$

$$\text{OBO (Oransal Büyüme Oranı, \%)} = \frac{[\text{Deneme sonu ağırlık (g)} - \text{Deneme başı ağırlık (G)}] / \text{Deneme başı ağırlık (g)}}{100} \times 100$$

$$\text{YO (Yaşama Oranı, \%)} = \frac{\text{Deneme sonu canlı balık sayısı}}{\text{Deneme başı balık sayısı}} \times 100$$

$$\text{YDS (Yem değerlendirme sayısı)} = \frac{\text{Tüketilen yem miktarı (g)}}{\text{Toplam canlı ağırlık artışı (g)}}$$

### Istatistiksel değerlendirme

Her iki denemede grplardan elde edilen verilerin normaliteleri Shapiro-Wilk normalite testi ile grupların varyans eşitliği ise Levene's testi ile kontrol edilmiştir. Gruplar arasında farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA,  $p<0.05$ ) ile değerlendirilmiştir. Grupların ortalamalarının karşılaştırılmasında örneklemlerin eşit olması durumunda Tukey, örneklemlerin eşit olmaması durumunda ise Dunnet Post hoc test istatistiği kullanılmıştır. Normalite ve grupların varyans eşitliğinin sağlanmadığı verilerde non-

parametrik test olan Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Yüzde olarak verilen verilerde arcsin transformasyonu yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS-21 paket programı kullanılmıştır.

### BULGULAR

#### Ön çalışmaya ait bulgular

Denemede CAA, en yüksek KY15 grubunda  $15.73\pm0.81$  g olarak tespit edilmişken, bu değeri  $13.88\pm2.36$  ile KY1 grubu izlemiştir, ancak iki grup arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 1).

**Tablo 1.** Ön çalışmaya ait büyümeye parametrelerine ilişkin bulgular  
**Table 1.** Growth parameters of the preliminary study

	KY0	KY1 (1g/kg)	KY5 (5 g/kg)	KY10 (10 g/kg)	KY15 (15 g/kg)
Deneme başı	$49.20\pm0.20$	$49.20\pm0.12$	$49.47\pm0.07$	$49.60\pm0.23$	$49.27\pm0.18$
Deneme sonu	$57.04\pm1.71^a$	$63.08\pm2.32^{ab}$	$61.14\pm1.47^{ab}$	$59.22\pm0.99^{ab}$	$64.99\pm0.96^b$
CAA	$8.04\pm1.71^a$	$13.88\pm2.36^{ab}$	$11.64\pm1.37^{ab}$	$9.62\pm1.20^{ab}$	$15.73\pm0.81^b$
YO (%)	$93.33\pm6.67^a$	$93.33\pm6.67^a$	$100.00\pm0.0^a$	$100.00\pm0.0^a$	$100.00\pm0.0^a$
SBO (%)	$0.76\pm0.15^a$	$1.24\pm0.19^{ab}$	$1.05\pm0.11^{ab}$	$0.88\pm0.11^{ab}$	$1.38\pm0.06^b$
OBO (%)	$16.42\pm3.49^a$	$28.22\pm4.83^{ab}$	$23.51\pm2.72^{ab}$	$19.42\pm2.49^{ab}$	$31.91\pm1.55^b$
KF	$1.10\pm0.06^a$	$1.16\pm0.03^a$	$1.13\pm0.01^a$	$1.07\pm0.02^a$	$1.12\pm0.01^a$

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

En düşük canlı ağırlık artışı  $8.04\pm1.71$  g ile KY0 grubunda belirlenmiştir. Deneme süresince yalnızca KY0 ve KY1 gruplarında ölüm gerçekleşmiştir, ancak YO bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ). Deneme sonunda en yüksek SBO değeri KY15 grubunda ( $1.38\pm0.06$ ) tespit edilmiş ve KY0 grubu ile KY15 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Deneme sonunda en yüksek OBO değeri KY15 grubunda ( $31.91\pm1.55$ ), en düşük değer ise KY0 grubunda ( $16.42\pm3.49$ ) tespit edilmiştir ve bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Ön denemede 15. gün örneklenen kan serumundaki SOD miktarı incelendiğinde ise en yüksek değer  $6.22\pm0.32$  U/ml ile KY5 grubunda, en düşük değer ise  $5.14\pm0.74$  U/ml ile KY0 grubunda tespit edilmiştir. SOD miktarı bakımından gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). 15. gün alınan kanda SOD değeri 4. güne oranla tüm grplarda artış göstermiştir (Tablo 2).

15. gün örneklenen solungaçtaki SOD miktarında en yüksek değer  $1.12\pm0.14$  U/ml ile KY5 grubunda, en düşük değer ise  $0.39\pm0.08$  U/ml ile KY10 grubunda tespit edilmiş olup, KY1 ve KY10 grupları ile KY0 ve KY5 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Solungaç dokusundaki CAT miktarında en yüksek değer KY1 ( $35.91\pm1.22$  mol/min/ml), en düşük değer ise KY10 ( $24.58\pm3.51$  mol/min/ml) grplarında tespit edilmiştir. GPx miktarında en yüksek değer  $38.48\pm3.68$  nmol/min/ml ile KY1,

en düşük değer ise  $33.39\pm0.79$  nmol/min/ml ile KY10 grplarında tespit edilmiş olup, KY1 ve KY10 grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Ön deneme sonucunda yeme katılan karayemiş yaprağı ekstraktının gökkuşağı alabalığı üzerinde herhangi bir toksik etkiye sebep olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek canlı ağırlık artışı KY15 grplarında belirlenmiştir. Ayrıca KY15 grubunda ölüm meydana gelmemiştir. Ön denem sonucunda elde edilen verilere dayanılarak gerçekleştirilen bir sonraki denemede, yeme 15 g/kg yem oranında karayemiş yaprağı ekstraktı ilavesi yapılması uygun görülmüştür.

#### Denemeye ilişkin bulgular

Deneme sonunda ortalama canlı ağırlık değeri en yüksek  $24.79\pm0.85$  g ile C15 grubunda, en düşük değer ise  $12.81\pm0.62$  g ile C21 grubunda tespit edilmiştir (Tablo 3). Deneme sonu ortalama canlı ağırlıklar bakımından C15 ve C21 grpları ile diğer grplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). YO ise  $96.67\pm0.00$  ile en yüksek C15 grubunda belirlenmiştir. Deneme sonunda en yüksek yem tüketimi  $290.55\pm8.67$  g ile C15 grubunda tespit edilmiş, buna paralel olarak en iyi YDS de C15 grubunda belirlenmiştir ( $p<0.05$ ) (Tablo 4).

Balık etindeki ham protein ve ham yağ oranlarının, deneme başı hariç, deneme grpları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 5). SOD, CAT ve GPx enzim miktarları deneme başında (0.gün), 15, 30 ve 45.

günlerde örneklenen karaciğer dokusunda tespit edilmiş ve sonra ölüm gözlemediği için bu gruplar için veri elde **Tablo 6**'da verilmiştir. C19 ve C21 gruplarında 15. günden edilememiştir

**Tablo 2.** Ön çalışma sonucunda kandaki süperoksit dismutaz enzim (SOD, U/ml) ve katalaz enzim miktarları (CAT, nmol/min/ml), solungaçtaki süperoksit dismutaz enzim (SOD, U/ml), katalaz enzim (CAT, nmol/min/ml) ve glutatyon peroksidaz enzim miktarları (GPx, nmol/min/ml)

**Table 2.** Superoxide dismutase enzyme (SOD, U/ml) and catalase enzyme amounts (CAT, nmol/min/ml) in the blood, superoxide dismutase enzyme (SOD, U/ml), catalase enzyme (CAT, nmol/min/ml) and glutathione peroxidase enzymes amounts (GPx, nmol/min/ml) in the gills in the preliminary study

	4.gün (Kan)		15. gün (Kan)		15.gün (Solungaç)		
	SOD (U/ml)	CAT (nmol/min/ml)	SOD (U/ml)	CAT (nmol/min/ml)	SOD (U/ml)	CAT (nmol/min/ml)	GPx (nmol/min/ml)
KY0	4.92±0.97 <sup>ab</sup>	284.94±33.82 <sup>a</sup>	5.14±0.74 <sup>a</sup>	242.62±28.15 <sup>a</sup>	0.89±0.12 <sup>b</sup>	27.04±2.12 <sup>ac</sup>	35.37±1.63 <sup>ab</sup>
KY1	5.72±0.50 <sup>b</sup>	234.06±11.47 <sup>a</sup>	6.02±0.51 <sup>a</sup>	208.87±10.73 <sup>a</sup>	0.42±0.03 <sup>a</sup>	35.91±1.22 <sup>b</sup>	38.48±3.68 <sup>b</sup>
KY5	5.67±1.32 <sup>ab</sup>	234.61±30.78 <sup>a</sup>	6.22±0.32 <sup>a</sup>	203.07±7.00 <sup>a</sup>	1.12±0.14 <sup>b</sup>	32.03±3.80 <sup>bc</sup>	34.52±1.48 <sup>ab</sup>
KY10	3.56±0.57 <sup>a</sup>	245.39±27.97 <sup>a</sup>	6.19±1.57 <sup>a</sup>	243.05±15.42 <sup>a</sup>	0.39±0.08 <sup>a</sup>	24.58±3.51 <sup>ac</sup>	33.39±0.79 <sup>a</sup>
KY15	3.55±0.62 <sup>a</sup>	231.35±25.70 <sup>a</sup>	5.56±0.80 <sup>a</sup>	257.31±14.88 <sup>a</sup>	0.74±0.11 <sup>ab</sup>	25.01±1.32 <sup>a</sup>	35.23±3.77 <sup>ab</sup>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). SOD: Süperoksit dismutaz, CAT: Katalaz, GPx: Glutatyon peroksidaz

**Tablo 3.** Denemeye ait büyümeye parametrelerine ilişkin bulgular

**Table 3.** Growth parameters of the experiment

Deneme Grupları	Deneme Başı	Canlı Ağırlık (g)	CAA (g)	SBO (%)	ODO (%)	YO (%)
Deneme Sonu						
C15	6.05±0.00	24.79±0.85 <sup>d</sup>	18.74±0.85 <sup>d</sup>	3.06±0.07 <sup>c</sup>	309.65±13.94 <sup>c</sup>	96.67±0.00 <sup>d</sup>
D15	6.05±0.00	18.83±1.04 <sup>bc</sup>	12.78±1.04 <sup>bc</sup>	2.46±0.12 <sup>b</sup>	211.20±17.18 <sup>bc</sup>	91.11±2.22 <sup>c</sup>
C19	6.05±0.00	17.37±0.22 <sup>b</sup>	11.32±0.22 <sup>b</sup>	2.24±0.03 <sup>b</sup>	187.071±3.68 <sup>b</sup>	74.44±2.94 <sup>b</sup>
D19	6.05±0.00	15.61±1.35 <sup>bc</sup>	9.56±1.35 <sup>bc</sup>	2.00±0.18 <sup>ab</sup>	157.95±22.34 <sup>ab</sup>	73.33±1.93 <sup>b</sup>
C21	6.05±0.00	12.81±0.62 <sup>a</sup>	6.76±0.62 <sup>a</sup>	1.47±0.09 <sup>a</sup>	111.63±10.26 <sup>a</sup>	75.56±7.78 <sup>ab</sup>
D21	6.05±0.00	19.23±1.27 <sup>c</sup>	13.17±1.27 <sup>c</sup>	2.26±0.13 <sup>b</sup>	217.62±21.00 <sup>bc</sup>	65.56±1.11 <sup>a</sup>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

**Tablo 4.** Denemeye ait yem tüketimi (g) ve yem değerlendirme sayısına (YDS) ilişkin bulgular

**Table 4.** Feed consumption (g) and Feed Conversion Rate (FCR) of the experiment

Deneme Grupları	Yem Tüketimi (g)	YDS
C15	290.55±8.67 <sup>c</sup>	0.77±0.02 <sup>a</sup>
D15	201.26±7.08 <sup>b</sup>	0.90±0.05 <sup>bc</sup>
C19	205.85±8.11 <sup>b</sup>	0.93±0.01 <sup>b</sup>
D19	136.90±10.38 <sup>a</sup>	1.02±0.02 <sup>cd</sup>
C21	141.89±21.55 <sup>a</sup>	1.18±0.04 <sup>e</sup>
D21	140.14±7.89 <sup>a</sup>	1.11±0.03 <sup>de</sup>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütunda farklı üssel harflerle (a, b, c, d, e) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

**Tablo 5.** Denemeye ait balık etinin biyokimyasal kompozisyonu

**Table 5.** Biochemical composition of fish meat of the experiment

Grup	Ham Protein	Ham yağ	Ham kül	Nem
Deneme Başı	16.31±0.03 <sup>a</sup>	3.64±0.09 <sup>a</sup>	1.58±0.06 <sup>a</sup>	76.49±0.12 <sup>b</sup>
C15	19.26±0.22 <sup>b</sup>	4.24±0.09 <sup>a</sup>	1.90±0.07 <sup>b</sup>	76.46±0.14 <sup>b</sup>
D15	19.23±0.26 <sup>b</sup>	4.00±0.13 <sup>a</sup>	1.99±0.47 <sup>abd</sup>	76.09±0.41 <sup>bc</sup>
C19	18.47±0.12 <sup>b</sup>	4.82±0.48 <sup>a</sup>	2.00±0.23 <sup>ab</sup>	74.57±0.44 <sup>a</sup>
D19	18.76±0.13 <sup>b</sup>	4.59±0.39 <sup>a</sup>	2.14±0.25 <sup>bc</sup>	74.54±0.06 <sup>a</sup>
C21	19.17±0.31 <sup>b</sup>	3.59±0.30 <sup>a</sup>	2.81±0.03 <sup>d</sup>	74.04±0.91 <sup>ac</sup>
D21	18.38±0.16 <sup>b</sup>	3.69±0.26 <sup>a</sup>	2.59±0.11 <sup>cd</sup>	74.17±0.31 <sup>a</sup>

Her değer ortalama±standart hatayı ifade etmektedir. Aynı sütun farklı üssel harflerle (a, b, c, d) ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ )

**Tablo 6.** Deneme gruplarının süperoksit dismutaz enzim miktarı (U/ml), katalaz enzim miktarı (CAT, nmol/min/ml) ve glutatyon peroksidaz enzim miktarının (GPx, nmol/min/ml) örneklemme günü ve gruplara göre değişimi

**Table 6.** The change of superoxide dismutase (U/ml), catalase (CAT, nmol/min/ml) and glutathione peroxidase enzymes (GPx, nmol/min/ml) amount by sampling day and the groups in the experiment

SOD	Örneklemme günleri			
	0.gün	15.gün	30.gün	45.gün
C15	0.65±0.10abBC	0.65±0.01bB	0.69±0.02abB	0.56±0.04aA
D15	0.42±0.02aA	0.67±0.07aAB	0.55±0.06aB	0.69±0.10aA
C19	0.56±0.02aB	0.72±0.03bB	-	-
D19	0.65±0.04bBC	0.72±0.07bB	0.34±0.05aA	0.53±0.01abA
C21	0.57±0.06aC	0.67±0.02bB	-	-
D21	0.59±0.07bcBC	0.58±0.01cA	0.31±0.05aA	0.52±0.00bA
CAT				
C15	22.16±1.14aA	33.14±6.09bA	26.66±2.45abA	28.52±0.61bA
D15	29.00±2.76aA	27.72±2.82aA	35.21±0.98bA	27.87±2.82aA
C19	27.01±3.60aA	26.89±2.84aA		
D19	39.53±2.18bA	27.29±2.92aA	29.03±1.97aA	29.98±0.58aA
C21	29.72±3.38aA	23.91±2.54aa		
D21	32.71±1.94aA	26.20±0.53aa	30.04±3.15aA	28.66±1.64aA
GPx				
C15	34.01±2.02aA	31.67±3.22aa	33.12±0.99aA	32.00±0.80aA
D15	30.94±0.45aA	31.10±1.03aa	35.15±1.36aA	27.11±0.84aA
C19	32.74±0.48aA	30.97±1.31aa		
D19	33.11±2.16aA	31.13±0.59aa	32.66±0.75aA	30.29±1.81aA
C21	31.09±0.40bA	29.68±1.42aa		
D21	31.76±0.79aA	30.02±2.02aa	30.62±0.94aA	30.31±0.93aA

Her değer ortalama± standart hatayı ifade etmektedir. Aynı satırda farklı üssel (a, b, c) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). Aynı sütunda farklı üssel (A, B, C) harflerle ifade edilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). SOD: Süperoksit dismutaz, CAT: Katalaz, GPx: Glutatyon peroksidaz

## TARTIŞMA

Bitkisel katkı maddelerinin su ürünleri yetiştirciliği uygulamalarında, stresi azaltıcı, büyümeye artış ve immün sistemi geliştirici özellikler gösterdiği bildirilmiştir (Lee vd., 2012). Sıcaklık (Hisar vd., 2012), stok yoğunluğu (Şahin vd., 2014), düşük oksijen çözünürlüğü (Keleştemur, 2009) gibi pek çok stres etkeninin varlığında, birçok katkı maddesinin (probiyotikler, yem enzimleri, organik asitler, bitkiler) balık üzerindeki olumlu etkileri bilinmektedir (Roohi vd., 2017). Bununla birlikte bitkiler içeriklerindeki bazı etken maddeler nedeniyle balık üzerinde olumsuz etkilere de sebep olabilir (Sönmez vd., 2015).

Samsun ilinde gökkuşağı alabalığı yetiştirciliğinin önemli bir kısmı baraj göllerinde, ağı kafeslerde gerçekleştirilmektedir. Ancak yaz aylarında (temmuz-ağustos) su sıcaklığının yükselmesiyle birlikte, gökkuşağı alabalığı strese girmekte, hastalık gözlenmeye, yem alımı azalmakta ve yetiştirciler yoğun balık ölümleriyle karşı karşıya kalmaktadır.

Bu çalışmada, halk arasında yüzyıllardır tıbbi amaçlı olarak kullanılan bir bitki olan karayemiş yaprağı, yüksek antioksidan içeriği (Engin, 2007) ve Karadeniz Bölgesi'nde bol bulunması nedeniyle tercih edilmiştir. Karayemiş yaprağının sıcaklık stresi altındaki gökkuşağı alabalığında büyümeye, yaşama oranı ve bazı antioksidan enzimler üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, biri ön deneme olmak üzere akvaryum ortamında iki farklı deneme yürütülmüştür.

Ön denemedede, farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 5, 10, 15 g/kg) yeme katılarak kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının alabalıklar üzerinde toksik etkisi olmadığı ve 15 g/kg yem karayemiş yaprağı ekstraktının en uygun konsantrasyon olduğu belirlenmiştir. Diğer denemedede, yeme püskürtülerek kullanılan karayemiş yaprağı ekstraktının (15 g/kg) farklı sıcaklıklarda (15, 19, 21°C) alabalıklarda büyümeye, yaşama oranı ve antioksidan enzimler üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

YO bakımından elde edilen sonuçlar incelendiğinde C15 (%96.67±0.00) ve D15 (%91.11±2.22) grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir ( $p<0.05$ ). Sönmez vd. (2015)'nin gökkuşağı alabalığında nane yağıının büyümeye YO'ya etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, nane yağıının YO'yu önemli oranda azalttığı bildirilmiştir. Karayemiş yapraklarının, siyanojenik glikozit adı verilen prunasin ve amigdalın maddelerini içerdiği bildirilmiştir. Bu maddeler, bileşimlerinde bulunan siyanürü hidrosiyani asit (HCN) olarak açığa çıkarmaktadır (Dursun, 2010). HCN kandaki oksijeni dokulara taşıyan enzimleri engellemektedir (Anonim, 2017). Karayemiş yaprağı yiyen koyun ve sığırarda ani ölümler meydana geldiği bildirilmiştir (Long, 1924).

Denemedede sıcaklık stresi altında bulunan C19 ve C21 gruplarındaki tüm bireylerde ölüm gözlenmiştir. Bununla birlikte karayemiş yaprağı ekstraktı ilaveli yemle beslenmiş olan D19 (73.33±1.93) ve D21 (65.56±1.11) grupları ise bu durumu daha iyi tolere etmişlerdir. Buna göre, karayemiş yaprağı ekstraktının D19 ve D21 gruplarında direnci ve dolayısıyla YO'yu arttırdığı

söylenebilir. [Liu vd. \(2012\)](#)'nın önce yüksek sıcaklık stresine maruz bırakılmış, sonrasında *Aeromonas hydrophila* enjekte edilmiş olan *Megalobrama amblycephala* fingerlinglerinde yürütükleri çalışmaları sonucunda, rulent ekstraktı ilaveli yemlerle beslenen grumlarda YO'nun kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. [Nya ve Austin \(2009\)](#)'nın yeme ilave edilen zencefilin, *A. hydrophila* patojenine karşı göküsağı alabalığında hastalık direncini inceledikleri çalışmaları sonucunda, zencefil ilaveli yemle beslenen grupta YO'nun önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir. [Park ve Choi \(2012\)](#)'nın Nil tilapyası (*Oreochromis niloticus*) fingerlinglerinde yeme ilave edilen ökseotunun, *A. hydrophila* patojenine karşı hastalık direncini inceledikleri çalışma sonucunda ökse otu ilaveli yemle beslenen grumlarda YO'da önemli oranda artış gözleendiği bildirilmiştir. Denemenin YO bakımından bulguları, [Liu vd. \(2012\)](#), [Nya ve Austin \(2009\)](#) ve [Park ve Choi \(2012\)](#)'nın çalışmalarında elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

Ön denemedede en yüksek SBO değerinin, KY15 grubunda tespit edilmesi, karayemiş ekstraktının büyümeyi olumlu yönde etkilediğini gösterebilir. [Shalaby vd. \(2006\)](#)'nın Nil tilapyasında yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0, 10, 20, 30, 40 g/kg yem) sarımsak ilavesinin büyümeye performansı, biyokimyasal kompozisyon ve YO üzerine etkilerini inceledikleri, 90 gün süren çalışmalarında, sarımsak ilaveli yemle beslenen grupların SBO değerlerinin kontrol grubuna oranla önemli oranda artış gösterdiği bildirilmiştir. Devakumar ve Chinnasamy (2017)'nin *Cissus quadrangularis* ekstraktının farklı konsantrasyonlarının (0,5, 1,0, 1,5 ve 2,0 g/kg yem) Asya deniz levreğinde (*Lates calcarifer* Bloch, 1790) büyümeye performansı ve hastalık direnci üzerine yaptıkları 60 gün süreli çalışmalarında, SBO'nun deneme gruplarında kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmamızda elde edilen bulgular, [Shalaby vd. \(2006\)](#) ve [Devakumar ve Chinnasamy \(2017\)](#)'nın çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ön çalışma 15 gün gibi kısa bir sürede tamamlanmıştır. Karayemiş eksktraktı ilavesinin uzun süreli kullanımının SBO'ya olan etkisi diğer denemedede ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Elli iki gün süren diğer denemedede SBO bakımından, D15 grubunda C15'e oranla azalma gözlenmiştir. [Gabriel vd. \(2015\)](#)'nın Nil tilapyası üzerinde 5 farklı konsantrasyonda (0, 0,5, 1, 2, 4 g/100 g yem) yeme ilave edilen *Aloe vera* bitkisinin *Streptococcus iniae* patojenine karşı direnç ve büyümeye etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 0,5, 1 ve 2 g/100 g *Aloe vera* ilaveli yemle beslenen grupların SBO'larının, kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu ancak *Aloe vera*'nın 4 g/100 g konsantrasyonunda kullanıldığı grupta SBO'nun diğer deneme gruplarına oranla azaldığı bildirilmiştir. [Gabriel vd. \(2015\)](#)'nın bulgularına benzer olarak, SBO'nun en yüksek konsantrasyon grubunda azalması, eklenen bitkinin miktarındaki artışın büyümeye yol açabileceğinin sonucunu verebilir. Ayrıca, tıbbi bitkilerde bulunan saponin ve tanen gibi biyoaktif bileşenler, özellikle yüksek konsantrasyonlarda hayvanlar için toksik etki göstermektedir.

Bu bileşenler yeme acı bir tat vererek yem alma isteğini azaltır ve sonuç olarak büyümeye negatif olarak etkilenir ([Gabriel vd., 2015](#)). Karayemiş yapraklarının da yüksek miktarda tanen içeriği bildirilmiştir ([Robinson, 1929](#)). Bu durum, mevcut çalışmada SBO'nun D15 grubunda azalmasını açıklayabilir.

Deneme YDS bakımından incelediğinde, C15 (0.77±0.02) ve D15 (0.90±0.05) grupları arasındaki farkın istatistiksel olarak farklı olduğu gözlenmiştir ( $p<0.05$ ). [Sönmez vd. \(2015\)](#)'nın juvenil göküsağı alabalığında 500, 1000 ve 1500 mg/kg yem konsantrasyonunda yeme katılan adaçayı, nane ve bahçe kekiği yağılarının antioksidan enzimler ve büyümeye parametreleri üzerine etkilerini inceledikleri 60 gün süreli çalışmaları sonucunda, kontrol gruplarında YDS 0.94±0.02 olarak tespit edilmiş olup, adaçayı ve bahçe kekiği yağılarının YDS'yi azalttığı bildirilmiştir. Ancak nane yağı ilaveli yemlerle beslenen grumlarda YDS'nin kontrol ve diğer gruplara göre önemli oranda arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte mevcut çalışmamızda D15 grubunda elde edilen YDS'nin, [Sönmez vd. \(2015\)](#)'nın çalışmalarında, kontrol grubunda elde edilen YDS'den daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak YDS'nin D15'te C15'e oranla yüksek bulunması, karayemiş yaprağı ekstraktının yem değerlendirmeyi negatif olarak etkilediğini gösterebilir. [Abdel-Tawwab \(2010\)](#)'nın çeşitli konsantrasyonlarda (0, 0,125, 0,25, 0,50, 1,00, 2,00 g/kg yem) yeme ilave edilen yeşil çay bitkisinin Nil tilapyasında, *A. hydrophila* enfeksiyonuna karşı direnç ve büyümeye üzerine etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, yalnızca 0,50 g/kg konstrasyonunda YDS'de azalma gözleendiği bildirilmiştir. Ayrıca [Sivaram vd. \(2004\)](#)'nın çeşitli konsantrasyonlarda (100, 200, 400, 800 mg/kg yem) yeme ilave edilen kutsal fesleğen (*Ocimum sanctum*), mor salkım (*Withania somnifera*) ve Hindistan cevizi (*Myristica fragrans*) bitkilerinin lahzoda (*Epinephelus tauvina*), *Vibrio Harveyi* enfeksiyonuna karşı direnç ve büyümeye olan etkisini inceledikleri çalışmaları sonucunda, 100 ve 200 mg/kg yem kutsal fesleğen ve 100, 200, 400 mg/kg yem mor salkım ilaveli yemle beslenen grumlarda YDS'nin kontrol grubuna oranla yüksek olduğu bildirilmiştir. [Abdel-Tawwab vd. \(2010\)](#) ve [Sivaram vd. \(2004\)](#)'nın çalışmalarında elde edilen sonuçlara göre, YDS'nin bitkinin konsantrasyonuna bağlı olabileceği ve karayemiş bitkisi için de optimum bir konsantrasyon belirlenmesi gerektiği söylenebilir.

YDS bakımından, 19°C ve 21°C grumlarda istatistiksel olarak fark gözlenmemiştir ancak sıcaklık yükseldikçe YDS artış göstermiştir (15°C <19°C <21°C). [Pitaksong vd. \(2012\)](#)'nın termal ve asidik stres altındaki hibrid kanal balığında C ve E vitaminlerinin büyümeye üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda, antioksidan özelliğe sahip bu vitaminlerin ilave edildiği yemlerle beslenen grumlarda, YDS bakımından önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir ( $p>0.05$ ). Mevcut çalışmamızda elde edilen bulgular bu çalışmaya destekler niteliktedir.

Antioksidan enzimler olan süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) vücuttaki radikalleri süpürerek canlinin enzimatik antioksidatif savunmasına katkıda bulunurlar ([Nakano vd., 2014](#)). Eğer organizma antioksidan savunma sistemini hızlı bir şekilde

harekete geçiremiyorsa bu durum balığın sağlığını bozulmasına sebep olabilir. Türlere göre balıkların sıcak ya da soğuk suya maruz kalmaları yüksek miktarda antioksidan ihtiyacını beraberinde getirir. Birçok bilimsel çalışma sonucunda termal stres oluşturulan balıklarda, yeme ilave edilen antioksidan maddelerin oksidatif hasarı azalttığı bildirilmiştir (Beaulieu vd., 2014). Araştırmada incelenen antioksidan enzimler gerek ön denemede gerekse denemede açık ve net bir artış ya da azalış eğilimi göstermemiştir. Ancak ön çalışma sonucunda SOD, CAT ve GPx aktivitelerine baktığımızda en yüksek değerlerin karayemiş ekstraktının kullanıldığı yemlerle beslenen gruptarda gözlendiğini söyleyebiliriz. Deneme gruplarına baktığımızda ise 15°C'de 45. günde SOD aktivitesinin, 19 ve 21°C'de 15. günde ve 15°C'de 30. günde GPx aktivitesinin kendi kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yine kontrol grupları olan C19 ve C21 gruplarında 15. günden sonra ölüm gözlenmesine rağmen aynı sıcaklık değerlerinde bulunan deneme gruplarında (D15 ve D21) ölüm gözlenmemesi, karayemiş ekstratinin gerek sıcaklık gerekse akvaryum koşullarının oluşturduğu stres altındaki gökkuşağı alabalıklarını oksidatif stresten koruduğunu gösterebilir.

Mevcut çalışmaya benzer şekilde, antioksidan enzim aktivitelerinde görülen bu artma, azalma ya da herhangi bir değişim göstermeme eğilimi diğer araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir. Lygren vd. (2000)'nın hiperoksi stresi altındaki Atlantik somonu (*Salmo salar*) smoltlarında yeme çeşitli konsantrasyonlarda (0.04, 0.3, 1.1 g/kg yem) ilave edilen all-rac- $\alpha$ -tokoferil asetatın SOD, CAT ve GPx enzimleri üzerine etkilerini inceledikleri 12 hafta süren çalışmaları sonucunda, bu maddenin bu koşullar altında antioksidan enzimlere herhangi bir etkisinin bulunmadığını bildirmiştirlerdir. Ayrıca El-Gawad vd. (2016)'nın farklı konsantrasyonlarda (%0, 1, 2 ve 3)

fruktooligosakkarit (bazı bitkilerde doğal olarak bulunan bir karbonhidrat) ilaveli yemlerle beslenen Nil tilapyalarda antioksidan enzim aktivitelerini inceledikleri 6 hafta süren çalışmaları sonucunda, SOD aktivitesinin azaldığı, CAT aktivitesinde değişim gözlenmediği ve GPx aktivitesinde azalma gözleendiği bildirilmiştir. Bununla birlikte, Metwally (2009)'nin Nil tilapyasında yeme ilave edilen sarımsağın antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisini inceledikleri çalışma sonucunda SOD, CAT ve GPx aktivitelerinin kontrol grubuna oranla önemli miktarda artış gösterdiği bildirilmiştir.

Antioksidan enzim aktiviteleri açısından elde ettigimiz bu sonuçlar dikkate alındığında, ilerde yapılacak daha detaylı çalışmalar ile yemlere ilave edilebilen karayemiş ekstratinin, stres altında olan yalnızca gökkuşağı alabalığı değil diğer farklı türlerde de antioksidan etkileri değerlendirilebilir. Aynı şekilde, çeşitli konsantrasyonlarda yeme katılan karayemiş yaprağı ekstraktının, ticari yetiştircilik ortamında daha yüksek stok yoğunluğuna sahip ağı kafeslerde gökkuşağı alabalığının yaşama oranı, büyümeye performansı ve antioksidan enzimler üzerine etkileri araştırılabilir. Böylece, yaz aylarında yükselen su sıcaklığıyla birlikte, yüksek stok yoğunluğunun ikincil bir stres etkeni olduğu yetiştircilik ortamında, karayemiş yaprağı ekstraktının kullanılabilirliği değerlendirilebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Ayşe PARLAK AKYÜZ'ün Doktora Tezinden üretilmiş olup, Sinop Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü (BAP) tarafından SÜF-1901-14-03 proje numarası ile desteklenmiştir. Denemelerde kullanılan balıkların temininde Kuzey Su Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti. sahibi Osman PARLAK ve enzim analizlerini yapan Bilim Sağ. ve Lab. Hiz. Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Abdel-Tawwab, M.A. (2010). Use of green tea, *Camellia sinensis* L., in practical diet for growth and protection of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. *Journal of the World Aquaculture Society*, 41(2), 203-213. DOI: [10.1111/j.1749-7345.2010.00360.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00360.x)
- Anonim,(2017). [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Maximum\\_Residue\\_Limits\\_-\\_Report/2009/11/WC500015796.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015796.pdf) (Erişim tarihi: 15.05.2017)
- AOAC, (1995). Animal Feed. W. Horwitz (Ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists, 13<sup>th</sup> Edition 7:125. USA
- Beaulieu, M., Haas, A. & Schaefer, H.M. (2014). Self-supplementation and effects of dietary antioxidants during acute thermal stress. *The Journal of Experimental Biology*, 217, 370-375.  
DOI: [10.1242/jeb.092825](https://doi.org/10.1242/jeb.092825)
- Boyd, C.E. & Tucker, C.S. (1998). *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science+Business Media New York, 699s.
- Coutant, C. (1976). *Thermal effects on fish ecology*. In: Encyclopedia of Environmental Science and Engineering. NY: Gordon and Breach Publishers. 1976, 891-896.
- Çelikkale, M.S. (1994). *İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği*. Cilt I, 2. Baskı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon.
- Demir, S., Turan, İ., Demir, F., Ayazoğlu Demir, E. & Aliyazıcıoğlu, A. (2017). Cytotoxic effect of *Laurocerasus officinalis* extract on human cancer cell lines. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21, 121-126.  
DOI: [10.12991/marupj.259889](https://doi.org/10.12991/marupj.259889)
- Devakumar, C. & Chinnasamy, A. (2017). Dietary administration of natural immunostimulants on growth performance, haematological, biochemical parameters and disease resistance of Asian Sea bass *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). *Aquaculture Research*, 48, 41131-1145.  
DOI: [10.1111/are.12955](https://doi.org/10.1111/are.12955)
- Dursun, S. (2010). Karayemişte (*Prunus laurocerasus* L.) siyanür içerikli amigdalın ve prunasin miktarlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi.
- Ekambaram, P., Narayanan, M. & Jayachandran, T. (2014). Changes in oxidative stress and antioxidant status in stressed fish brain. *International Journal of Science and Research*, 3(5), 164-170.
- El-Gawad, E.A.A., El-Latif, A.M.A. & Shourbela, R.M. (2016). Enhancement of antioxidant activity, non-specific immunity and growth performance of nile tilapia, *Oreochromis niloticus* by dietary fructooligosaccharide. *Journal of Aquaculture Research&Development*, 7, 427.  
DOI: [10.4172/2155-9546.1000427](https://doi.org/10.4172/2155-9546.1000427)
- Engin, M.S. (2007). Taflan (*Laurocerasus officinalis* Roem.) bitkisinin meyve, çekirdek ve yapraklarının mevsim değişikliğine göre antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik bileşik tayini. Yüksek Lisans Tezi,

- Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı.
- Gabor, E.F., Ichim, O. & Şuteu, M. (2012). Phyto-additives in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutrition. *Biharean Biologist*, 6 (2), 134-139.
- Gabriel, N.N., Qiang, J., He, J., Ma, X.Y., Kpundeh, M.D. & Xu, P. (2015). Dietary *Aloe vera* supplementation on growth performance, some haemato-biochemical parameters and disease resistance against *Streptococcus iniae* in tilapia (GIFT). *Fish & Shellfish Immunology*, 44, 504-514. DOI: [10.1016/j.fsi.2015.03.002](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2015.03.002)
- Govind, P., Madhuri, S. & Mandloi, A.K. (2012). Immunostimulant effect of medicinal plants on fish. *International Research Journal of Pharmacy*, 3 (3), 112-114.
- Gökçe, A., Whalon, M.E., Çam, H., Yanar, Y., Demirtaş, İ. & Gören, N. (2007). Contact and residual toxicities of 30 plant extracts to Colorado potato beetle larvae. *Archives Of Phytopathology and Plant Protection*, 40, 441-450. DOI: [10.1080/03235400600628013](https://doi.org/10.1080/03235400600628013)
- Hisar, O., Yanık, T., Kocaman, E.M., Arslan, M., Slukvin, A. & Goncharova, R. (2012). Effects of dilidine supplementation on growth performance, liver antioxidant enzyme activities and muscular trace elements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles at low water temperature. *Aquaculture Nutrition*, 18, 211-219. DOI: [10.1111/j.1365-2095.2011.00890.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2011.00890.x)
- Karahalil, F.Y. & Şahin, H. (2011). Phenolic composition and antioxidant capacity of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) sampled from Trabzon region, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10(72), 16293-9. DOI: [10.5897/AJB11.1929](https://doi.org/10.5897/AJB11.1929)
- Keleştür, G.T. (2009). Oksijen stresi altındaki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) yavrularının büyümeye, yem değerlendirme ve bazı dokularına "A" ve "E" vitaminlerinin etkileri. Doktora Tezi, Firat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 85 s.
- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F. & Dinçer, B. (2003). Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (Cherry Laurel) fruit grown in the Black Sea Region. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51, 7489-7494. DOI: [10.1021/jf0344486](https://doi.org/10.1021/jf0344486)
- Lee, D.H., Ra, C.S., Song, Y.H., Sung, K. & Kim, J.D. (2012). Effects of dietary garlic extract on growth, feed utilization and whole body composition of juvenile sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*). *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 25(4), 577-583. DOI: [10.5713/ajas.2014.14087](https://doi.org/10.5713/ajas.2014.14087)
- Liu, B., Xie, J., Ge, X., Xu, P., Miao, L., Zhou, Q., Pan, L. & Chen, R. (2012). Comparison study of the effects of anthraquinone extract and emodin from *Rheum officinale* Bail on the physiological response, disease resistance of *Megalobrama amblycephala* under high temperature stress. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12, 905-916. DOI: [10.4194/1303-2712-v12\\_4\\_18](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v12_4_18)
- Liyana-Pathirana, C.M., Shahidi, F. & Alasalvar, C. (2006). Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chemistry*, 99, 121-128. DOI: [10.1016/j.foodchem.2005.06.046](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.046)
- Long, H.C. (1924). *Plants Poisonous to Live Stock*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lygren, B., Hamre, K. & Waagbo, R. (2000). Effect of induced hyperoxia on the antioxidant status of Atlantic salmon *Salmo salar* L. fed three different levels of dietary vitamin E. *Aquaculture Research*, 31, 401-407.
- Mehta, S.K. & Gowder, S.J.T. (2015). Members of antioxidant machinery and their functions. *IntechOpen*. DOI: [10.5772/61884](https://doi.org/10.5772/61884)
- Metin, S., Didinen, B. I., Kubilay, A., Pala, M. & Aker, İ. (2015). Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde anestezik etkilerinin belirlenmesi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1(1), 37-42.
- Metwally, M.A.A. (2009). Effects of garlic (*Allium sativum*) on some antioxidant activities in *Tilapia nilotica*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 1, 56-64.
- Nakano, T., Kameda, M., Shoji, Y., Hayashi, S. & Yamaguchi, T. (2014). Effect of severe environmental thermal stress on redox state in salmon. *Redox Biology*, 2, 772-776. DOI: [10.1016/j.redox.2014.05.007](https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.05.007)
- Newman, S.G. (2000). Management and prevention of stress in aquaculture with a focus on farmed shrimp. *Fourth Latin American Aquaculture Congress and Seafood Trade Show*, Oct 25-28, 2000.
- Nya, E.J. & Austin, B. (2009). Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *J. Fish Dis.*, 32(11), 971-9. DOI: [10.1111/j.1365-2761.2009.01101](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2009.01101)
- Park, K.H. & Choi, S.H. (2012). The effect of mistletoe, *Viscum album coloratum*, extract on innate immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 32, 1016-1021.
- Pitaksong, T., Kupittayanant, P. & Boonanuntanasam, S. (2012). The effects of vitamins C and E on the growth, tissue accumulation and prophylactic response to thermal and acidic stress of hybrid catfish. *Aquaculture Nutrition*, 19 (2), 148-162. DOI: [10.1111/j.1365-2095.2012.00950.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00950.x)
- Robinson, M.E. (1929). Methods for the determination of the nitrogenous constituents of a cyanoporic plant: *Prunus laurocerasus*. *Biochemical Journal*, 23(5), 1099-1113.
- Roohi, Z., Imanpoor, M.R., Jafari, V. & Taghizadeh, V. (2017). The use of fenugreek seed meal in fish diets: growth performance, haematological and biochemical parameters, survival and stress resistance of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture Research*, 48, 1209-1215. DOI: [10.1111/are.12962](https://doi.org/10.1111/are.12962)
- Shalaby, A.M., Khattab, Y.A. & Abdel Rahman, A.M. (2006). Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J. Venom. Anim. Toxins incl. Trop. Dis.*, 12(2), 172-201.
- Sivaram, V., Babu, M.M., Immanuel, G., Murugadass, S., Citarasu, T. & Marian, M.P. (2004). Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. *Aquaculture*, 237, 9-20. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2004.03.014](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.03.014)
- Sönmez, A.Y., Bilen, S., Alak, G., Hisar, O., Yanık, T. & Biswas, G. (2015). Growth performance and antioxidant enzyme activities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed diets supplemented with sage, mint and thyme oils. *Fish. Physiol. Biochem.*, 41, 165-175.
- Şahin, K., Yazlak, H., Orhan, C., Tuzcu, M., Akdemir, F. & Şahin, N. (2014). The effect of lycopene on antioxidant status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared under high stocking density. *Aquaculture*, 418-419, 132-138. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2013.10.009](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.10.009)



## Gamogenetic cycle, condition index and meat yield of the Noah's Ark shell (*Arca noae Linnaeus, 1758*) from Gerence Bay, Aegean Sea Turkey

### Gerence Körfezi'ndeki Nuhun gemisi türünün (*Arca noae Linnaeus, 1758*) gametogenik döngüsü, kondisyon indeksi ve et veriminin belirlenmesi

Sefa Acarlı<sup>1\*</sup>  • Aynur Lök<sup>2</sup>  • Deniz Acarlı<sup>3</sup>  • Aysun Küçükdermenci<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Terzioglu Campus 17100 Çanakkale, Turkey

<sup>2</sup> Ege University, Fisheries Faculty, Department of Aquaculture, Bornova, 35100, Izmir, Turkey

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Gökçeada School of Applied Sciences, Gökçeada, Çanakkale, Turkey

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

Received date: 04.01.2018

Accepted date: 09.03.2018

#### How to cite this paper:

Acarlı, S., Lök, A., Acarlı, D. & Küçükdermenci, A. (2018). Gamogenetic cycle, condition index and meat yield of the Noah's Ark shell (*Arca noae Linnaeus, 1758*) from Gerence Bay, Aegean Sea Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 141-149. DOI:10.12714/egefjas.2018.35.2.06

**Abstract:** Gamogenetic cycle, the condition index and meat yield of the *Arca noae Linnaeus, 1758* (Noah's ark shell) were followed in Gerence Bay (Aegean Sea, Turkey), between August 2009 and July 2010. Temperature, salinity, chlorophyll-a, particulate organic and inorganic matter were monitored during the sampling period. According to histological observation, inactive stage was determined as 100% in September. The spawning period was observed through the year except September, with a peak from April to June. Sex ratios were not equal and females were dominant during the study period (2:1). Meat yield, condition index and gonad index reveal a positive relationship between each other ( $P \leq 0.05$ ). Among environmental parameters, inverse relationship was only found between particulate inorganic matter and reproduction ( $P \leq 0.05$ ).

**Keywords:** *Arca noae*, histology, reproduction, condition index, meat yield

**Öz:** Bu çalışmada Gerence Körfezi'nde (Ege Denizi, Türkiye) *Arca noae Linnaeus, 1758* türünün (Nuhun gemisi) gametogenik döngüsü, kondisyon indeksi ve et verimi Ağustos 2009 ve Temmuz 2010 tarihleri arasında takip edilmiştir. Her önekleme döneminde sıcaklık, tuzluluk, klorofil-a, partikül organik ve partikül inorganik madde içeriği belirlenmiştir. Yapılan histolojik çalışmalarla göre dinlenme safhası Eylül ayında %100 olarak tespit edilmiştir. Eylül ayının dışında, döl atımı tüm yıl boyunca gözlenmiş ve Nisan ile Haziran ayları arasında yüksek değerlerle olduğu belirlenmiştir. Cinsiyet oranı eşit olarak tespit edilmemiştir ve dişler popülasyonda baskındır (2:1). Et verimi, kondisyon indeksi ve gonadindeksi arasında pozitif ilişki tespit edilmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Çevresel parametreler içerisinde sadece partikül inorganik madde ile üreme arasında ters ilişki olduğu tespit edilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

**Anahtar kelimeler:** *Arca noae*, histoloji, üreme, kondisyon indeksi, et verimi

## INTRODUCTION

Noah's Ark or ark shell (*Arca noae Linnaeus, 1758*) is Atlanto-Mediterranean species and distributed in Mediterranean, Black Sea, the eastern Atlantic Ocean, West Africa and the West Indies (Hayward et al., 1996; Öztürk et al., 2014). It is attached by a massive green byssus in dead mollusc shells, among stones, on semi mobile gravies or in rock crevices (Tebble, 1966; Hrs-Brenko and Legac, 1996; Morton and Peharda, 2008). It is collected occasionally between tide-marks and offshore to about 119 meters. Ark shell can reach up to 10 cm (Šilić, 2006) and live approximately for 16 years (Peharda et al., 2002).

The production amount of ark shell in the world was approximately 30250 tons in 2015 (FAO, 2017). This production was carried out by China, Venezuela, Mexico, Korea and Costa

Rica. In addition that, it is particularly appreciated in Croatian Adriatic Sea is harvested by local fishermen using modified rakes or divers (Benović, 1997). In Turkey, unfortunately, there is no reported record about ark shell production in fisheries statistics. The most important reason; fishermen and production areas have not been controlled by the government. This species is only produced by fishing from coastal area for mostly bait of Sparidae species and rarely for human consumption. Although there is no scientific data about production, it is thought that natural beds have begun to overexploited and been affected adversely.

Most of the studies on ark shell in Mediterranean Sea, about population structure (growth and age) (Peharda et al., 2002; Peharda et al., 2003; Peharda et al., 2009), reproductive

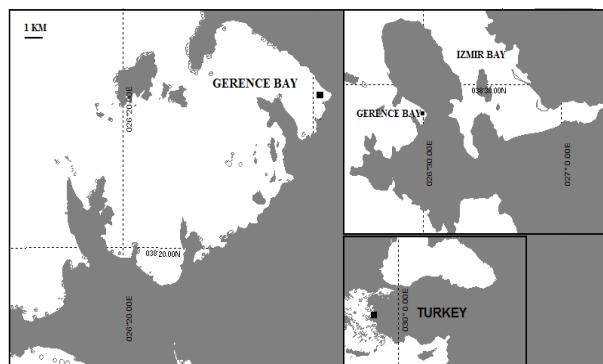
cycle (Peharda et al., 2006), aquaculture (Župan et al., 2012; Župan et al., 2014), biochemical composition (Radić et al., 2014) have been carried out in Adriatic Sea. However, in Turkey, studies on basic biology of the species are lacking still while only faunistic studies have been conducted (Demir, 2003; Öztürk et al., 2005; Öztürk et al., 2014).

In this study, histological examination of the gonads of *A. noae* was carried out to determine the sexual characteristic for Aegean Sea, Turkey. These data will be key element to improve understanding reproductive biology. Therefore, outputs of present study have a great importance to ensure the sustainable fishery, to supply to legal legislations, to provide knowledge for aquaculture activities.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

This study was conducted in Gerence Bay ( $38^{\circ}25' N$  and  $26^{\circ}30' E$ ) located on the west side of Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey; between August 2009 and July 2010 (Figure 1). Ark shells were collected monthly from natural stock by SCUBA diving from 1 m to 5 m water depth at shallow coastal water.



**Figure 1.** Location of study site in Gerence Bay (Aegean Sea, Turkey)

### Environmental parameters

Surface water temperature ( $^{\circ}C$ ) and salinity (psu) were measured by monthly using a thermometer ( $\pm 1^{\circ}C$ ) and light refractometer, respectively. Chlorophyll-a concentration was calculated by spectrophotometric method (Strickland and Parsons, 1972). Particulate inorganic matter (PIM) and particulate organic matter (POM) in suspension were determined by weight differences after heating of filtered papers (Jones and Iwama, 1991).

### Meat yield and condition index

Collected samples were transported to laboratory where they were fully removed from biofouling and other adherences. Then, samples were measured for biological parameters such as shell length, total weight and soft tissues except byssus. Whole weight and shell length were measured with an electronic calliper (Mitutoyo CD-15PK) and an electronic scale

(0.01 g, Sartorius GE 412), respectively. Shells were dried at  $60^{\circ}C$  for 48-72 h to a constant weight while soft tissues were dried by dry freezer (Christ Alfa-1-2 LDplus). Meat yield (MY) and condition index (CI) were calculated according to formulas used in Freeman (1974) and Crosby and Gale (1990), respectively.

$$MY = \frac{\text{wet meat weight (g)}}{\text{total weight (g)}} \times 100$$

$$CI = \frac{\text{dry meat weight (g)}}{\text{dry shell weight (g)}} \times 100$$

### Histological treatment

Gonad development stage (S1: early active, S2: developing, S3: mature, S4: partly spawning, S5: spent) and sex ratio were determined using histologically prepared slides. Histological procedures method was used in previous studies (Peherda et al., 2006; Sahin et al., 2006; Yurimoto et al., 2008). The top surface of the stomach for each specimen was dissected to obtain the gonad. The gonad samples were fixed in Davidson solution and dehydrated using alcohol between 70% and 100% series and then embedded in paraffin. Paraffin blocks were sectioned to  $4\mu\text{m}$  thickness and stained with hematoxylin-eosin. Slides were observed under the light microscopy to determine stage of male and female development of gonad.

### Gonad index

A gonad index (GI) was calculated for each sample by ranking the different gametogenic stages as follows:

1=inactive (I)+spent (V),

2=early active (II)+late active (III)+partly spent (V),

3=mature (IV)

These values were summed then divided the resulting value by the total number of animals in the sample (Soria et al., 2002).

$$GI = \frac{\text{sum of specimens} \times \text{category}}{\text{total number of specimens}}$$

### Statistically analysis

Percentage data was arcsine transformed before statistical treatment. The chi-square test was used to asses differences from the 1:1 sex ratio. The data distribution to determine normality was tested using the Kolmogorov-Smirnov Test. Pearson's correlation analysis was applied to determine the degree of association between environmental parameters (temperature, salinity, particulate inorganic matter, particulate organic matter and chlorophyll-a) and gonad index (GI), condition index (CI), meat yield (MY). Data were analyzed using SPSS 13.0 for Windows.

## RESULTS

### Environmental Parameters

Temperature showed a progressive decrease from 26.5 °C in August to 15.5 °C in February and then increased until July except May (Figure 2a). Salinity was recorded between 35psu in January and 40 psu in May and October (Figure 2b). Maximum chlorophyll-a values were observed in December and April (1.32 µg/l) and minimum values were observed in February and June (0.30 µg/l and 0.46 µg/l, respectively) (Figure 2c). Monthly variation in particulate organic matter (POM) values associated with particulate inorganic matter value (PIM) ( $P \leq 0.05$ ). PIM and POM peaked as 24.5 mg/l and 11.2 mg/l in October, respectively (Figure 2c).

### Meat Yield and Condition Index

Length range, weight range, meat yield and condition index were showed in Table 1. Meat yield and condition index reveal a positive relationship between each other ( $P \leq 0.01$ ). The highest condition index was recorded as 12.8 in August. The lowest condition index was observed as 8.4 in September. After September, condition index showed fluctuation and it reached to 11.1 at the end of study

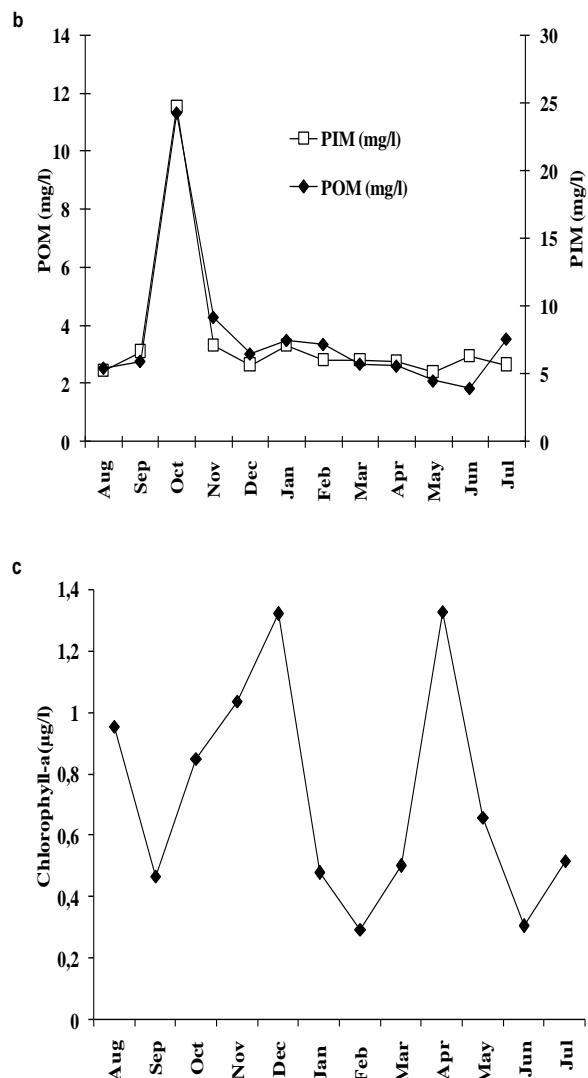
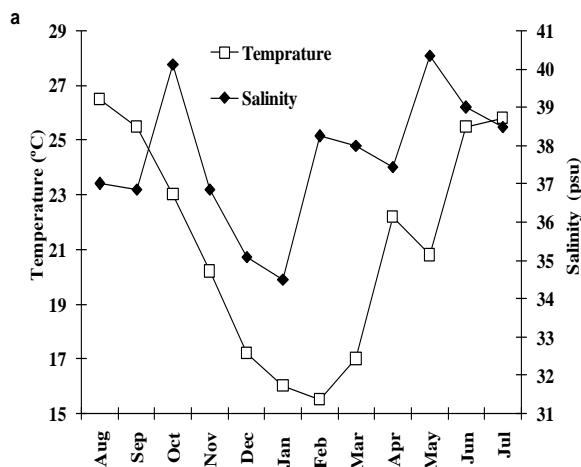


Figure 2. Monthly variations of environmental parameters in the study area(temperature (a), salinity (a), particulate organic matter POM (b), particulate inorganic matter PIM (b), chlorophyll-a (c))

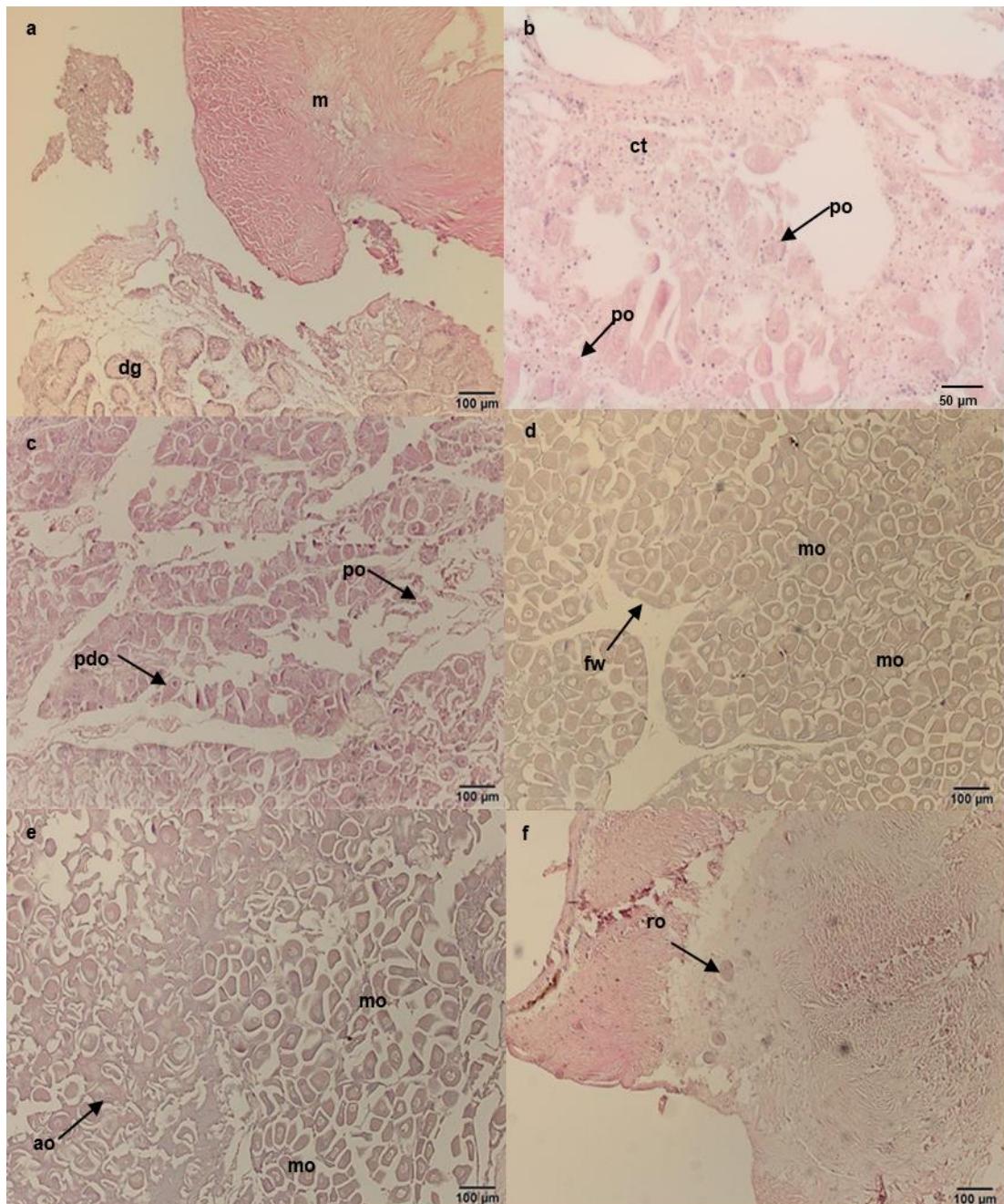
Table 1. Monthly variation of shell length, total weight range, condition index (mean  $\pm$  SE) and meat yield (mean  $\pm$  SE) of Noah's ark from Gerence Bay, Aegean Se

	Shell length (mm)	Live weight (g)	Meat Yield (%)	Condition index
August	34.50-71.00	10.60-57.42	27.71 $\pm$ 2.23	12.87 $\pm$ 0.71
September	36.00-70.00	9.34-50.39	17.48 $\pm$ 0.40	8.60 $\pm$ 0.27
October	30.96-76.43	4.88-54.61	20.52 $\pm$ 1.66	10.37 $\pm$ 0.30
November	33.09-55.75	7.58-28.54	22.50 $\pm$ 0.61	11.13 $\pm$ 0.37
December	38.09-73.46	7.61-47.46	21.14 $\pm$ 0.54	11.36 $\pm$ 0.45
January 10	42.56-74.39	10.81-53.89	20.47 $\pm$ 0.46	10.95 $\pm$ 0.30
February	42.67-73.55	11.79-49.79	21.89 $\pm$ 0.89	12.03 $\pm$ 0.93
March	48.03-78.00	14.11-70.23	22.27 $\pm$ 0.65	11.61 $\pm$ 0.34
April	50.40-82.00	21.72-78.26	23.47 $\pm$ 0.52	12.65 $\pm$ 0.37
May	38.03-77.26	13.94-64.42	22.85 $\pm$ 0.63	12.38 $\pm$ 0.29
June	45.72-70.30	14.21-53.04	20.77 $\pm$ 0.49	11.97 $\pm$ 0.32
July	43.70-70.50	11.51-48.21	22.72 $\pm$ 0.58	11.14 $\pm$ 0.29

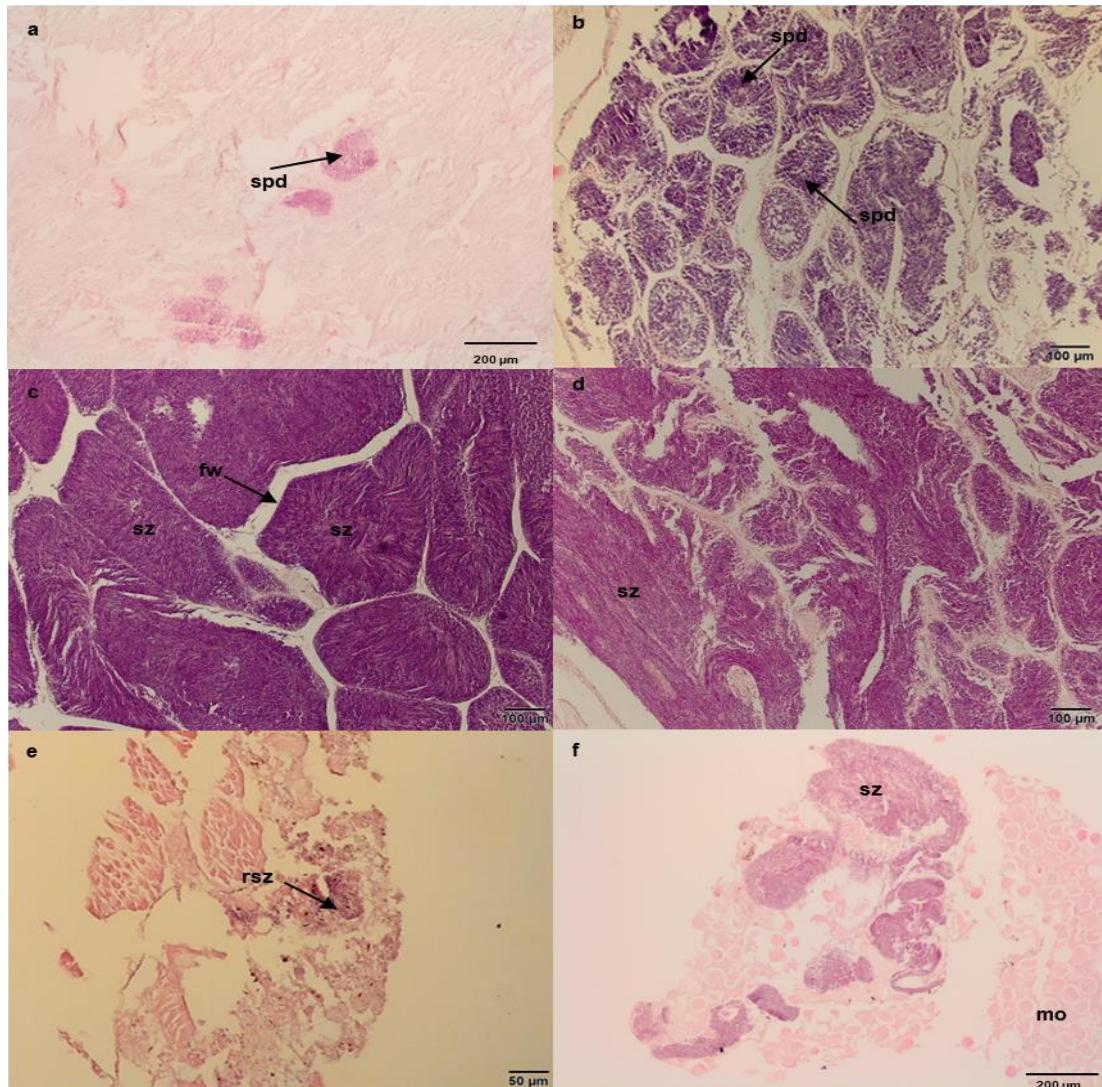
### Sex Ratio

Amongst the total of 360 individuals examined, 84 male (23%), 181 female (50%), 3 hermaphrodite (0.8%) and 92 inactive (25%) were determined (Figure 3, Figure 4, Figure 5). Sex ratio (female: male) during reproductive period was 2.1:1 and female was favorite. The gonad development was not observed in September. Female was dominant through the

study period, except in October (6%) and November (20%). Hermaphrodite individuals were observed only one for each December (53.1mm – 32.58g), April (67.2mm – 50.63g) and May (55.24 mm – 32.58g) (Figure 4). At macroscopic observation color of gonad was observed mostly between purple and brown-cream. These colors were observed in female for purple and in male for brown-cream. Hermaphrodite individuals were determined as purple color.

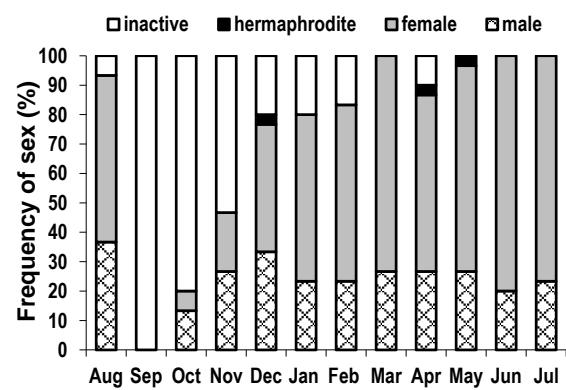


**Figure 3.** Photomicrographs showing inactive stage (a), reproductive maturity stages of ark shell in female gonad early active (b), late active (c), mature (d), partially spent (e), spent (f). ao: atresia oocyte, cd: connective tissue, digestive gland, fw: follicle wall, mo: mature oocyte, m: muscle, ro: residual oocyte, pdo: pedunculated oocyte, previtellogenetic oocyte



**Figure 4.** Photomicrographs showing reproductive maturity stages of ark shell in male gonad early active (a), late active (b), mature (c), partially spent (d), spent (e) and hermaphrodite individual (f). fw: follicle wall, mo: mature oocyte, rsz: residual spermatozoa, spd: spermatids, sz: spermatozoa

The reproductive cycle of both sex of *A. noae* from Gerence Bay is presented in [Figure 5](#) and [Figure 6](#). After inactive stage in September no males were in early active stage except in December although early active stage in female occurred from October to March. It appeared that gonad development of females realized longer than male. Late active stage in male individuals was found between October and March. Females in this stage occurred from December to February, and in April. Maturation stage in both sexes was seen at the same time but this stage in female was higher proportion than male. Spawning in female began in January (7%) and increased until June (91%) while spawning in female was observed through the year and more intensive than male. During the study period, spent stage in both sexes was observed firstly in August. After August, spent stage in male and female was observed from October to March and from December to April, respectively.



**Figure 5.** Monthly changes in percentage of inactive, hermaphrodite, female and male individuals in the total population

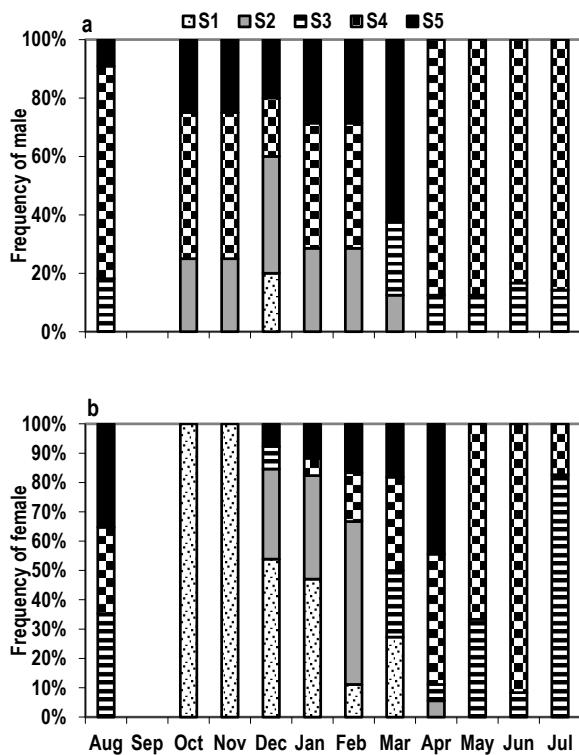


Figure 6. Frequency of gametogenesis in male (a) and female (b)

To sum up the reproduction cycle of the population, beginning of the study inactive stage was determined as 6%, and then it was recorded as %100 in September and gradually decreased to 10% until April. Early and late active stage occurred between October and March. The highest percentage of both stages was found in December and January. Mature stage was seen in August (26%) and December (3%), between March (23%) and July (66%). Spawning stage was observed throughout the study period except in September. Its highest percentage was determined in June (90%) and the lowest in October and December (6%). Spent stage occurred in August, from November to April with maximum activity in March (30%) (Figure 7).

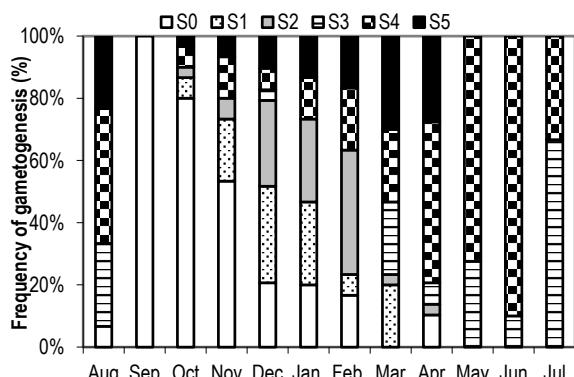


Figure 7. Frequency of different stages of in total population

### Gonad Index

GI was sharply dropped from 2.4 (August) to 1 (September), after this month it was gradually increased and reached to 3 (May). It was stable between May and July (Figure 8). GI was significantly related to condition index and meat yield ( $P \leq 0.05$ ). Besides, a negative correlation was noted between PIM and GI ( $P \leq 0.05$ ). No significant relationships were found between other environmental parameters (Table 2).

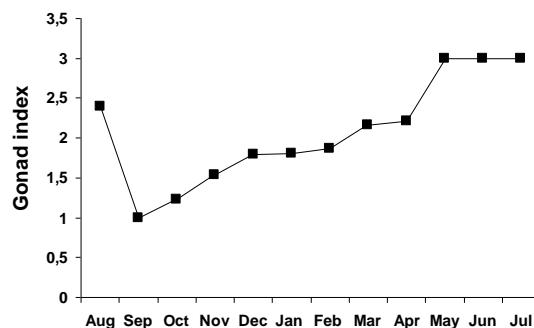


Figure 8. Monthly variation of gonad index (GI) in Noah's ark

Table 2. Pearson correlation of environmental parameters and other parameters (temperature (T), salinity (S), chlorophyll-a (CHL), particulate organic matter (POM), particulate inorganic matter (PIM)) gonad index (GI), meat yield (MY) and condition index (CI)

	T	S	Ch	POM	PIM	GI	MY	CI
T	1	.355	.068	.078	-.072	.091	.135	-.170
S		1	-.262	.307	.129	.296	.103	.168
Ch			1	.077	.200	-.132	.378	.221
POM				1	.895**	-.544	-.338	-.375
PIM					1	-.577*	-.201	-.353
GI						1	.595*	.777**
MY							1	.821**
CI								1

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

### DISCUSSION

Previous studies have showed that environmental factors including temperature, salinity, food and energy metabolism influenced on gonad development and maturation in marine bivalves (Resgalla et al., 2007; Acarli et al., 2015; Hasan et al., 2017). This information is not consistent with previous results and same species may vary among geographical areas (Derbalı et al., 2009; Kandeel et al., 2013). Comparisons of the spawning period of Arcidae families' species in different localities are shown in Table 3. Peharda et al. (2006) reported that the correlation analyses indicated that an environmental factor was not directly influence the gonadal growth. Findings of the present study show similarities with Peharda et al. (2006). However, only negative association between PIM and

gonad index was found in the present study. It is known that increased amount of particulate inorganic particles negatively affect on feeding of bivalves wherefore particulate organic matter and phytoplankton are strongly diluted by inorganic particles (Ward and Macdonald, 1996). As a result of these, food quality in water column and filtration of bivalves rate can

decrease (Resgalla et. al., 2007; Çelik et. al., 2015). However, Lista et al. (2006) informed that *A. zebra* was well adapted to the high loads inorganic seston in the northeastern Venezuela. It is estimated that *A. noae* could not show same adaptation in this study whereas inorganic matter value was higher than in the northeastern Venezuela.

**Table 3.** A comparison of spawning period between location and Arcidae species

Locality	Spawning period	Species	References
Turkey	June-September	<i>Anadara inaequivalvis</i>	Sahin et al., 2006
Japan	July - September	<i>Scapharca kagoshimensis</i>	Yurimoto et al., 2008
Venezuela	June-October	<i>Anadara notabilis</i>	Freites et al., 2010
Venezuela	July-late September	<i>Arca zebra</i>	Lista et al., 2006
Croatia-Adriatic Sea	June-September	<i>Arca noae</i>	Peherda et al., 2006
North Tunisia	November-April	<i>Arca noae</i>	Ghribi et al., 2017
Turkey	July-September Mainly May-August	<i>Arca noae</i>	In this study

As it is known, condition index and meat yield values detect commercial quality of bivalves species (Orban et al., 2002), is a parameter of ecophysiological and economic importance, especially with regard to industrial processing (Yıldız et al., 2011). These parameters in bivalves were influenced by environmental parameters (mainly temperature or food availability) (Delgado and Camacho, 2005; Herrmann et al., 2009) and reproductive activities (Acarli et al., 2015; Christo et al., 2016). It is reported in Peherda et al. (2003) and Şahin et al. (2006) condition index was ranged for *Arca noae* in Mali Ston Bay from 9 (December and January) to 11 (April and June) and for *Anadara inaequivalvis* in Southeastern Black Sea Coast from 4.2 (August) to 11.6 (May), respectively. Župan et al. (2014) estimated condition index for *A. noae* in Central Adriatic Sea (Pašman Channel) according to formulas in Davenport and Chen (1987). Condition index was found between 18 (December) and 25 (June) (Župan et al., 2014). In this study, a significant correlation was found between condition index and meat yield. Maximum condition index was determined as 12.8 in August when individuals were in mature and spawning period and minimum condition index was determined as 8.6 in September when individuals were in resting stage. Results of this study show that meat quality of *A. noae* has a good index during the study period, except September when it can be considered as suitable human for consumption.

Sex ratio of marine bivalves for a healthy population is nearest to 1:1 (Morton, 1991). Genetic control (Yusa et al., 2013) or hormones (Thompson, 1996) and changes in environmental conditions such as temperature, salinity and food availability also affect the sex ratio of bivalvia species (Chávez-Villalba et al., 2011; González-Araya et al., 2013; Teaniniuraitemoana et al., 2016). Peherda et al. (2006) notified that *Arca noae* may exhibit functional protandric dioecy with some male individuals changing to female in subsequent. They also determined that rising of female individuals' number is related with increasing shell length or age. Furthermore, Quayle (1969) and Breton et al. (2017) informed that population was in

favor of females when food availability conditions were favorable or it was in favor of male in when food availability conditions were poor. A correlation between sex ration and food quality or availability is explained by Diaz-Almela et al. (2004) that females need to heavier energy utilization to development of oocytes. Several authors highlighted that female was in favor in the population for *A. noae* (Valli and Parovel, 1981; Peherda et al., 2006; Ghribi et al., 2017), for *A. zebra* (Villarroel et al., 2016), for *Anadara transversa* (Walker and Pover, 2004), and for *Anadara antiquata* (Jahangir et al., 2014; Mzighani, 2005). In this study, female individuals dominated at the population with female to male ratio of 2:1. Some authors had expounded that a significant increase in the population of female associated with length or age. In the present study, it is suggested to consider that both food availability and age might be affected on sex ratio.

Hermaphrodite individuals were found as 2.2% for *A. noae* in south Adriatic Sea (Peherda et al., 2006) and 3% for *A. noae* in southwestern Adriatic Sea (Bello et al., 2013), 5.49% for *Anadar aantiquata* in Tanzania (Mzighani, 2005) and 1.1% for *A. noae* in the Aegean Sea (present study). Yolkolu and Lök (2000), and Eversole (1989) stated that the result of environmental trigger such as sudden changes in temperature and salinity or high turbidity maybe lead to hermaphrodite individuals in the population. Furthermore, one gametogenic phase can continue to the next sex phase while reabsorption uncompleted in protandric hermaphroditism (Acarli et al., 2015).

Although there is no relationship between GI and temperature, development seems to be begun during the winter month and reached to maturation and spawning mainly summer months. This information can help for protocol managing of this species for aquaculture activities and strategy of fishery. Also, it has a great importance to ensure the sustainable fishery, to supply to legal legislations.

This paper is the first study to determine reproduction characteristics of *A. noae* in the Turkish coastal waters. Further studies on stock assessment, spawning season, size at first maturity and morphometric characteristics are needed to ensure the sustainability of the stocks. Therefore, decision-makers and Ministry of Food, Agriculture and Livestock of the government should assess and monitor the stock by the relevant investigations, and establish appropriate policy and planning for stock management of this species. It is vital that measures must be taken before the species can be threatened

or endangered such as other vulnerable or endangered species. Only then the stock management practices will be fully successful.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to Dr. Ali Kirtik from Ege University, Fisheries Faculty for their help with technical assistance during the study. We are also grateful to Semih Kale for help with English language correction.

## REFERENCES

- Acarlı, S., Lök, A., Kirtik, A., Acarlı, D., Serdar, S., Kucukdermenci, A., Yigitkurt, S., Yıldız, H. & Saltan, A.S. (2015). Seasonal variation in reproductive activity and biochemical composition of flat oyster (*Ostrea edulis*) in the Horna Lagoon, Izmir Bay, Turkey, 487-495.
- Bello, G., Paparella, A., Corriero, A. & Santamara, N. (2013). Protandric hermaphroditism in bivalve *Arca noae* (Mollusca: Arcidae). *Mediterranean Marine Science*, 14(1), 86-91. DOI: [10.12681/mms.326](https://doi.org/10.12681/mms.326)
- Benović, A. (1997). The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of Croatia. In: MacKenzie, Jr., C.L., Burrell Jr., V.G., Rosenfield, A., Hobart, W.L. (Eds.), The History, Present Condition, and Future of the Molluscan Fisheries of North and Central America and Europe. Volume 3, Europe, NOAA Technical Report NMFS, vol. 129. U.S. Department of Commerce, pp, 217-226.
- Breton, S., Capt, C., Guerra, D. & Steward, D. (2017). Sex Determining Mechanisms in Bivalves. Preprints ([www.preprints.org](http://www.preprints.org)) | NOT PEER-REVIEWED | Posted: 30 June 2017.
- Christo, S.W., Ivachuk, C.S., Ferreira-Júnior, A.L. & Absher, T.M. (2016). Reproductive periods of *Lucina pectinata* (BIVALVE; LUCINIDAE) in the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná – Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76(2), 300-6. DOI: [10.1590/1519-6984.12514](https://doi.org/10.1590/1519-6984.12514)
- Christo, S.W., Ivachuk, C.S., Ferreira-Júnior, A.L. & Absher, T.M. (2016). Reproductive periods of *Lucina pectinata* (BIVALVE; LUCINIDAE) in the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná – Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 76(2), 300-6. DOI: [10.1590/1519-6984.12514](https://doi.org/10.1590/1519-6984.12514)
- Chávez-Villalba, J., Soyez, C., Huvet, A., Gueguen, Y., Lo, C. & Le Moullac, G. (2011). Determination of gender in the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Journal of Shellfish Research*, 30, 231-240. DOI: [10.2983/035.030.0206](https://doi.org/10.2983/035.030.0206)
- Crosby M.P. & Gale L.D. (1990). A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *Journal of Shellfish Research*, 9, 233-237.
- Çelik, M.Y., Karayücel, S., i., Karayücel, Eyüpoglu, B. & Öztürk, R. (2015). The effects of envirometal factors on survival, growth and biochemical composition of transplanted oysters (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758). From Aegean Sea to southern Black Sea. *Aquaculture Research*, 46, 959-968. DOI: [10.1111/are.12253](https://doi.org/10.1111/are.12253)
- Davenport, J. & Chen, X. (1987). A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilus edulis* L.). *Journal of Molluscan Study*, 53, 293–297. DOI: [10.1093/molus/53.3.293](https://doi.org/10.1093/molus/53.3.293)
- Delgado, M. & Perez-Camacho, A. (2005). Histological study of the gonadal development of *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia) and its relationship with available food. *Scientia Marina*, 69(1), 87-97. DOI: [10.3989/scimar.2005.69n187](https://doi.org/10.3989/scimar.2005.69n187)
- Demir, M. (2003). Shells of Mollusca collected from the seas of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 7, 101-140.
- Derbali, A., Jarboui, O. & Ghorbel, M. (2009). Reproductive biology of the cockle *Cerastoderma glaucum* (Mollusca: Bivalvia) from the norj-h coast of Sfax (Gulf of Gabes, Tunisia). *Ciencias Marinas*, 35, 141-152. DOI: [10.7773/cm.v35i2.1485](https://doi.org/10.7773/cm.v35i2.1485)
- Diaz-Almela, E., Boudry, P., Launey, S. & Lapègue, S. (2004). Reduced Female Gene Flow in the European flat oyster *Ostrea edulis*. *Journal of Heredity*, 95(6), 510-516. DOI: [10.1093/jhered/esh073](https://doi.org/10.1093/jhered/esh073)
- Eversole A.G. (1989). Gametogenesis and spawning in North American clam populations: implications for culture. In: Manzi J.J. and Castagna M. (eds) Clam mariculture in North America. Elsevier Science. Amsterdam, pp.75-109.
- FAO (2017). Global Fishery and Aquaculture Production Statistics 1950–2015. FISHSTAT J -Software for fishery statistical time series, <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>
- Freeman, K.R. (1974). Growth, mortality and seasonal cycle of *Mytilus edulis* in two Nova Scotian embayments, Technical Report No. 500, Department of the environment, Fisheries and Marine Service, Canada, 112 pp.
- Ghribi, F., Bello, Zupa, R., Passantiono, L., Santamaria, N., El Cafsi, M. & Carriero, A. (2017). Reproductive and tissue plasticity in *Arca noae* (Bivalvia: Arcidae). *The European Zoological Journal*, 473-487. DOI: [10.1080/24750263.2017.1368725](https://doi.org/10.1080/24750263.2017.1368725)
- González-Araya, R., Quillien, V. & Robert, R. (2013). The effects of eight single microalgal diets on sex-ratio and gonad development throughout European flat oyster (*Ostrea edulis* L.) conditioning. *Aquaculture*, 400-401, 1-5. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2013.02.036](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.02.036)
- Hayward, P., Nelson-Smith, T. & Shields, C. (1996). Sea Shore of Britain and Europe. Collins Pocket Guide, Harper Collins Publisher, London. 352 pp.
- Hasan, M.M., Qin, J.G. & Li, X. (2017). Gametogenesis, sex ratio and energy metabolism in *Ostrea angasi*: implications for the reproductive strategy of sperm casting marine bivalves. *Journal of Molluscan Studies*, 1-8.
- Herrmann, M., Alfaya, J.E.F., Lepore, M.L., Penchaszadeh, P.E. & Laudien, J. (2009). Reproductive cycle and gonad development of the Northern Argentinean *Mesodesma macrotridea* (Bivalvia: Mesodesmatidae). *Helgoland Marine Research*, 63, 207–218. DOI: [10.1007/s10152-009-0150-2](https://doi.org/10.1007/s10152-009-0150-2)
- Hrs-Brenko, M. & Legac, M. (1996). A review of bivalve species in the eastern Adriatic Sea. II Pteriomorphia (Arcidae and Noetiidae). *Natura Croatica*, 5, 221-247.
- Jahangir, S., Siddique, G. & Ayub, Z. (2014). Temporal variation in the reproductive pattern of blood cockle *Anadara antiquata* from Pakistan (northern Arabian Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 38, 263-272. DOI: [10.3906/zoo-1302-7](https://doi.org/10.3906/zoo-1302-7)
- Jones, T.O. & G.K. Iwama, (1991). Polyculture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg) with Chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. *Aquaculture*, 92, 313-322. DOI: [10.1016/0044-8486\(91\)90037-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(91)90037-8)
- Kandeel, K.E., Mohammed, S.Z., Mostafa, A.M. & AbdAlla, M.E. (2013). Reproductive biology of the cockle *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae) from Lake Qarun, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 39, 249-260. DOI: [10.1016/j.ejar.2013.12.003](https://doi.org/10.1016/j.ejar.2013.12.003)
- Lista, M., Lodeiros, C., Prieto, A., Himmelman, J.H., Castañeda, J., Gacía, N. & Velazquez, C. (2006). Relation of seasonal changes in the mass of the gonad and somatic tissues of the zebra ark shell *Arca zebra* to

- Environmental Factors. *Journal of Shellfish Research*, 25, 969-973. DOI: [10.2983/0730-8000\(2006\)25\[969:ROSCIT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2006)25[969:ROSCIT]2.0.CO;2)
- Mzighani, S. (2005). Fecundity and population structure of cockles, *Anadara antiquata* L.1758 (Bivalvia: Arcidae) from a sandy/ muddy beach near es Salaam, Tanzania. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 1, 77-84.
- Morton, B. (1991). Do the Bivalvia demonstrate environment-specific sexual strategies? A Hong Kong model. *Journal of Zoology*, 223, 131-142. DOI: [10.1111/j.1469-7998.1991.tb04754.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb04754.x)
- Morton, B. & Peherda, M. (2008). The biology and functional morphology of *Arca noae* (Bivalvia: Arcidae) from the Adriatic Sea, Croatia, with a discussion on the evolution of the bivalve mantle margin. *Acta Zoologica*, 89, 19-28. DOI: [10.1111/j.1463-6395.2007.00288.x](https://doi.org/10.1111/j.1463-6395.2007.00288.x)
- Orban, E., Di Lena, G., Nevigato Casini, I., Marzeltti, A. & Caproni, R. (2002). Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry*, 77, 57-65. DOI: [10.1016/S0308-8146\(01\)00322-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00322-3)
- Öztürk, B., Özgür, E. & Ürün, A. (2005). Ölüdeniz Lagünü denizel biyoçeşitiliği üzerine bir ön çalışma. Ölüdeniz Lağünü Sürdürülebilir Yönetim Sempozyumu, Ölüdeniz, 27-28 Ekim 2005, 64-83.
- Öztürk B., Doğan, A., Bitlis-Bakır, B. & Salman, A. (2014). Marine molluscs of the Turkish coasts: an updated checklist. *Turkish Journal of Zoology*, 38, 832-879. DOI: [10.3906/zoo-1405-78](https://doi.org/10.3906/zoo-1405-78)
- Peherda, M., Richardson, C.A., Onfori, A.B. & Crnčević, M. (2002). Age and growth of the Bivalve *Arca noae* L. in the Croatian Adriatic Sea. *Journal of the Molluscan Study*, 68, 307-310. DOI: [10.1093/mollus/68.4.307](https://doi.org/10.1093/mollus/68.4.307)
- Peherda, M., Bolotin, J., Vrgoč, N., Jasprica, N., Bratoš, A. & Skaramuca, B. (2003). A study of the ark shell (*Arca noae* Linnaeus 1758) in Mali Stone Bay, Adriatic Sea. *Journal of Shellfish Research*, 22(3), 705-709.
- Peherda, M., Mladineo, I., Bolotin, J., Kekez, L. & Skaramuca, B. (2006). The reproductive cycle and potential protandric development of the Noah's Ark shell, *Arca noae* L.: Implications for aquaculture. *Aquaculture*, 252, 317-327. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2005.07.007](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2005.07.007)
- Peherda, M., Stagličić, N., Ezgeta, D., Vrgoč, N., Isajlović, I. & Krstulović-Šifner, S. (2009). Distribution and population structure of *Arca noae* in the Pašman Channel. *Ribarstvo*, 67(1), 3-10.
- Quayle D.B. (1969). Pacific Oyster Culture in British Columbia. *Fisheries Research Board of Canada*, 169, 1-192.
- Radić, I.D., Carić, M., Najdek, N., Jasprica, J., Bolotin, Peherda, M. & Cetinić, A.B. (2014). Biochemical and fatty acid composition of *Arca noae* (Bivalvia, Arcidae) from the Mali Stone Bay, Adriatic Sea. *Mediterranean Marine Science*, 15(3), 520-531. DOI: [10.12681/mms.436](https://doi.org/10.12681/mms.436)
- Resgalla, C., Brasil, E.S., Laitano, R.W. & Filho, R. (2007). Physioecology of mussel *Perna perna* (Mytilidae) in south Brazil. *Aquaculture*, 270, 464-474. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2007.05.019](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.019)
- Soria, R.G., Pascual, M.S. & Cartes, V.H.F. (2002). Reproductive cycle of the cholgapaleta, *Atrina seminuda* Lamarck, 1819 (Bivalvia, Pinniade) from Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Shellfish Research*, 21(2), 479-488.
- Strickland J.D.H., & Parsons, T.R. (1972). A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Fisheries Research Board of Canada*, Ottawa, 310 pp.
- Şahin, C., Düzgüneş, E. & Okumuş, İ. (2006). Seasonal variations in condition index and gonadal development of the introduced blood cockle *Anadara inaequivalvis* (Bruguiere, 1789) in the Southeastern Black Sea Coast. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 6, 155-163.
- Šiletić, T. (2006). Marine fauna of Mljet National Park (Adriatic Sea, Croatia). 5. Mollusca, Bivalvia. *Natura Croatica*, 15(3), 109-169.
- Tebble, N. (1966). British Bivalve Seashells A Hand Book of Identification. Trustees of The British Museum (Natural History), London. 213 pp.
- Teaniniuraitemoana, V., Leprêtre, M., Levy, P., Vanaa, V., Parrad, S., Gaertner-Mazouni, N., Gueguen, Y., Huvet, A. & Le Moullac, G. (2016). Effect of temperature, food availability, and estradiol injection on gametogenesis and gender in the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Journal of Experimental Zoology*, 325A, 13-24. DOI: [10.1002/jez.1992](https://doi.org/10.1002/jez.1992)
- Thompson, R.J., Newell, R.I.E., Kennedy, V.S. & Mann, R. (1996). Reproductive processes and early development. pp 335-370 In, V. S. Kennedy, R. I. E. Newell, and A.F. Ebler. (Eds.) "The Eastern Oyster, *Crassostrea virginica*." University of Maryland Sea Grant Press, College Park, MD. 734p.
- Walker, R.L., & Power, A.J. (2004). Growth and gametogenic cycle of the transverse ark, *Anadara transversa* in coastal Georgia. *American Malacological Bulletin*, 18, 55-60.
- Ward, J.E. & MacDonald, B.A. (1996). Pre-ingestive feeding behaviors of two sub-tropical bivalves (*Pinctada imbricata* and *Arca zebra*), responses to an acute increase in suspended sediment concentration. *Bulletin of Marine Science*, 59(2), 471-432.
- Valli, G. & Parové, C. (1981). Aspects de la reproduction et de la biométrie chez *Arca noae* L. (Mollusca, Bivalvia). Rapports et procès-verbaux des réunions. Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée, 27(2), 135-136.
- Villarroel, J., Acosta, V. & Arreche, D. (2016). Condición fisiológica de una población de *Arca zebra* (Bivalvia, Arcidae) del banco de Chacopata, Sucre. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 1345-1352. DOI: [10.15517/rbt.v64i3.18424](https://doi.org/10.15517/rbt.v64i3.18424)
- Yıldız, H., Berber, S., Acarlı, S. & Vural, P. (2011). Seasonal variation in the condition index, meat yield and biochemical composition of the flat oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) from the Dardanelles, Turkey. *Italian Journal of Animal Science*, 10, 22-26. DOI: [10.4081/ijas.2011.e5](https://doi.org/10.4081/ijas.2011.e5)
- Yurimoto T., Mori Y., Ito S. & Maeno Y. (2008). Reproductive cycle of the subcrenated ark shell *Scapharca kagoshimensis* (Togunaga, 1906) in Ariake Bay, Japan. *Journal of Shellfish Research*, 27(5), 1101-1108. DOI: [10.2983/0730-8000-27.5.1101](https://doi.org/10.2983/0730-8000-27.5.1101)
- Yusa, Y., Breton, S. & Hoeh, W.R. (2013). Population genetics of sex determination in *Mytilus* Mussels. Reanalyses and a model. *Journal of Heredity*, 104(3), 380-385. DOI: [10.1093/hered/est014](https://doi.org/10.1093/hered/est014)
- Yolkolu, S. & Lök, A. (2000). İstiridyeğerin (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758) gonad gelişim safhaları ve cinsiyet oranı. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(1-2), 127-136.
- Župan, I., Peherda, M., Ezgeta-Balić, D. & Šarić, T. (2012). Noah's ark shell (*Arca noae* Linnaeus, 1758) what do we need to know for starting up its aquaculture? *Croatian Journal of Fisheries*, 70(2), 71-81.
- Župan, I., Peherda, M., Dolenc, T., Dolenc, M., Rožić, P.Z., Lojen, S., Ezgeta-Balić, D. & Arapov, J. (2014). Aquaculture assessment of Noah's ark (*Arca noae* Linnaeus, 1758) in the central Adriatic Sea (Croatia). *Journal of Shellfish Research*, 33(2), 433-441. DOI: [10.2983/035.033.0212](https://doi.org/10.2983/035.033.0212)



## Thalassoterapi uygulamaları için kültür koşullarında yetiştirilen makroalglerin vitamin kompozisyonunun belirlenmesi

### Determination of vitamin composition of cultured macroalgae for Thalassotherapy applications

Gamze Turan\*  • Semra Cirik 

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Turkey

\*Corresponding author: [gamze.turan@ege.edu.tr](mailto:gamze.turan@ege.edu.tr)

Received date: 08.01.2018

Accepted date: 15.03.2018

#### How to cite this paper:

Turan, G. & Cirik, S. (2018). Determination of vitamin composition of cultured macroalgae for Thalassotherapy applications. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 151-156. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.07

**Öz:** Bu çalışmada, Thalassoterapi'de kullanım potansiyelini belirlemek amacıyla sularımızda doğal olarak dağılım gösteren makroalg türlerimizin (*Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Sargassum vulgare*, *Cystoseira barbata* ve *Dictyopteris membranacea*) kültür koşullarında vitamin kompozisyonları belirlenmiştir. Vitamin analiz sonuçları alglerin β-karoten (provitamin A), askorbik asit (vitamin C) ve α-tokoferol (vitamin E) yönünden zengin olduğunu göstermektedir. β-karoten (provitamin A) yönünden en zengin  $3.25 \pm 0.41$  mg.100 g<sup>-1</sup> miktariyla *Gracilaria gracilis* bulunurken vitamin C (askorbik asit) yönünden en zengin  $7.42 \pm 0.67$  mg.100 g<sup>-1</sup> miktariyla *Ulva rigida* bulunmuştur. Alfa (α) - tokoferol (vitamin E) yönünden en zengin ise  $5.03 \pm 0.12$  mg.100 g<sup>-1</sup> miktariyla *Dictyopteris membranacea*'dır.

**Anahtar kelimeler:** Algler, Akvakültür, Deniz terapisi, SPA, Yosun uygulamaları

**Abstract:** In this study, vitamin compositions were determined in culture conditions of macroalgae (*Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Sargassum vulgare*, *Cystoseira barbata* and *Dictyopteris membranacea*) which are naturally distributed in our waters in order to determine their potential usage in Thalassotherapy. The results of vitamin analysis show that the algae are very rich in terms of β-carotene (provitamin A), ascorbic acid (vitamin C) and α-tocopherol (vitamin E). According to the results, it was found that *Gracilaria gracilis* is the richest species in terms of β-carotene (provitamin A) with the amount of  $3.25 \pm 0.41$  mg.100 g<sup>-1</sup>, *Ulva rigida* is the richest species in terms of ascorbic acid (vitamin C) with the amount of  $7.42 \pm 0.67$  mg.100 g<sup>-1</sup> and *Dictyopteris membranacea* is the richest species in terms of α-tocopherol (vitamin E) with the amount of  $5.03 \pm 0.12$  mg.100 g<sup>-1</sup> among the macroalgal species.

**Keywords:** Algae, Aquaculture, Sea therapy, SPA, seaweed applications

## GİRİŞ

İçinde kremlerin ve losyonların da dahil olduğu çeşitli güzellik ve kozmetikle ilgili ürünlerin üzerindeki etiketlere bakıldığından “deniz özleri” “yosun özleri” “alg özleri” veya benzeri yazılar görülmektedir. Genellikle bu tip açıklamalar alglerden elde edilen değerli hidrokolloidlerden en az birinin ürünün içinde bulunduğu gösterir. Aljinat veya karragen güzellik ürününün cilt nemini dengeleme özelliğini sağlar. Ezme veya dondurarak parçalama yöntemleriyle macun haline getirilen algler Thalassoterapi'de kullanılır. Deniz Terapisi anlamına gelen Thalassoterapi, deniz suyunun, alglerin, çamurun, kumun ve deniz havasının insan sağlığı ve güzelliği için özel merkezlerde sağlık uzmanlarının kontrolü altında yapılan bir tedavi yöntemidir ([De Roeck-Holtzhauer, 1991](#)).

Thalassoterapi'nin, çoğu zaman termal su terapisi, fizyoterapi veya SPA terapi uygulamalarıyla aynı olduğu düşünülmektedir. Oysa termal su merkezlerinde hastalıkların tedavisi sırasındaki banyo, duş, çamur ve yosun uygulamaları

esnasında sadece kaynak suları kullanırken, Thalassoterapi kürleri için sadece deniz suyu kullanılır ([Donadieu ve Basire, 1985; Boisvert, 1988; De Roeck-Holtzhauer, 1991; Cirik, 2005](#)).

Fizyoterapi'den farklı olarak Thalassoterapi deniz kıyısında, özellikle travma ve ameliyatlar sonrası meydana gelen rahatsızlıklar ve engellilerde görülen ağrıların tedavisinde uygulanır. Thalassoterapi'de uygulanan tedavi hastanelerdeki terapötik protokolle aynıdır. SPA'larda uygulanan tedavi esnasında ise verdiği hafiflik hissi nedeniyle evlerimizde bulunan çeşme suları kullanılır. Thalassoterapi kadar, popüler adıyla SPA'lar günümüzde sağlık ve güzelliğin merkezlerinin vazgeçilmez parçaları halini almaktadır ([Cirik, 2005](#)).

Thalassoterapi merkezlerinde tıbbi ve sağlık amaçlı alglerin kullanıldığı programlar arasında, kilo verme, cilt ve vücut sıkıştırma, selülit, stres, toksinlerden arınma (detoks),

dolaşım bozukluklarının giderilmesi, vücut enerjisinin yeniden dengelenmesi, depresyon, spor yaralanmaları, osteoporoz, menapoz, sürmenaj, sigara bırakma ve doğum sonrası yenilenme ve sıkışma, sunulan kürlerden bazılardır (Donadieu ve Basire, 1985; Boivert, 1988; De Roeck-Holtzhauer, 1991; McHugh, 2003; Cirk, 2005; Cirk ve Turan, 2003).

Algelerin Thalassoterapi'de kullanımı tedavilerin başarısında büyük bir rol oynar. Çünkü zengin mineral ve vitamin içeriklerinden dolayı algor efsiz sağlık kaynaklarıdır. İnsan vücutu canlılığını sürdürmek için mineral maddelere ve vitaminlere ihtiyaç duyar. Kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum gibi mineraller, demir, bakır, çinko ve mangan gibi elementler ve tüm vitaminler algelerin yapılarında bulunmaktadır. Bir alg türünün Thalassoterapi için değerinin saptanmasında dikkat edilen en önemli faktör içeriğinin zenginliğidir (De Roeck-Holtzhauer, 1991).

Pudra veya macun halinde hazırlanan algor Thalassoterapi Merkezlerindeki kürler esnasında uygulanır. *Laminaria digitata*, *Fucus vesiculosus* ve *Lithothamnion coralliooides* yaygın olarak kullanılan makroalg türleri olmasına rağmen Thalassoterapi ürünlerine her geçen gün yeni alg türleri eklenmektedir. Algeler olan ilginin sürekli artması, mineral ve vitaminlere ek olarak çok değerli ve orijinal yapıları algelerde tespit edilmesiyle açıklanmaktadır. Değerli ürünlerin arasında proteinler, pirolik yapılar, fenoller, arseno şekerler, fufosterol gibi steroller, kondrin, gigartinin ve kainik asit gibi amino asitler, kırmızı alglerden elde edilen fikoeritrin, kahverengi alglerden elde edilen ksantin, ve mavi-yeşil alglerden elde edilen fikosiyanin gibi pigment maddeleri sayılabilir (Cirk, 2005).

Ülkemizde Thalassoterapi merkezlerinin sayısı ve programları hızla gelişmektedir. Sağlık ve güzellik için doğal formüller arayan kişiler Thalassoterapi merkezlerine seyahat ederek turizm sektörüne de önemli katkılar sağlamaktadır. Thalassoterapi merkezlerinde kullanılan alg bazı ürünler yüksek fiyatlardan ülkemize ithal edilmektedir. Halbuki ürünler içindeki alg türleri veya eşdeğerleri ülkemize sularında mevcuttur (Cirk ve Turan, 2003). Denizlerimizdeki makroalg türleri üzerinde bugüne dek yapılan araştırmalarda denizel floranın 1,000 kadar türden oluştuğu saptanmıştır (Cirk, 1978; Cirk vd., 1988; Cirk vd., 2001; Cirk vd., 2006; Cirk ve Cirk, 2017).

Türkiye'de Thalassoterapi amaçlı yosunlara dayalı bir sanayi henüz gelişmemiş olmasına rağmen Thalassoterapi ve SPA, latince adıyla "Senus Per Aquam" yani su'dan gelen sağlık, sektörünün gelişimine paralel olarak öncümüzdeki yıllarda deniz bitkilerinin yetişiriciliği ve bu bitkilere yönelik sanayinin gelişip yaygınlaşacağı düşünülmektedir (Ak ve Cirk, 2017).

Bu çalışmada, ülkemiz koşullarında üretimin ve Thalassoterapi'de kullanım potansiyelini belirlemek amacıyla sularımızda doğal olarak dağılm gösteren makroalg türlerimizin (*Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Sargassum vulgare*, *Cystoseira barbata* ve *Dictyopteris membranacea*) vitamin kompozisyonları belirlenmiştir. Sonuçlar THALGO firmasının

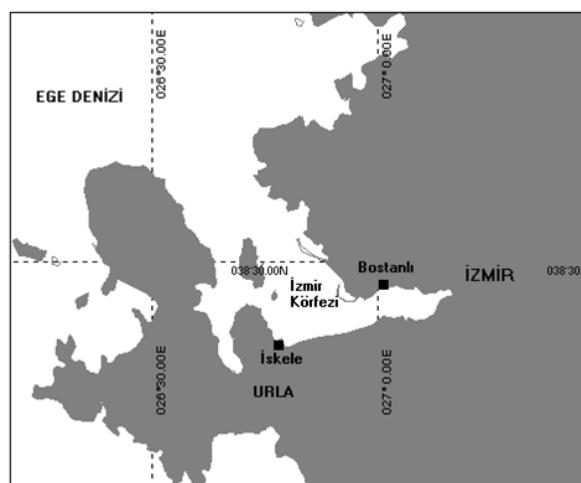
aynı isimle piyasada yer alan ürünün analiz sonuçları ile karşılaştırılarak sunulmuştur. THALGO ürünleri içerisinde bulunan algor *Laminaria digitata*, *Fucus vesiculosus* ve *Lithothamnion coralliooides* türlerinden oluşmaktadır.

## MATERIAL VE METOT

Yeşil makroalglerden *Ulva rigida*, kırmızı makroalglerden *Gracilaria gracilis* ve kahverengi (esmer) makroalglerden *Sargassum vulgare*, *Cystoseira barbata* ve *Dictyopteris membranacea* bu çalışmada üzerinde çalışılan makroalg türleridir.

### Makroalglerin toplandığı istasyonlar

*Ulva rigida* ve *Gracilaria gracilis* bol bulundukları ilkbahar aylarında İzmir Köfezi Bostanlı İskelesi civarından ve *Sargassum vulgare*, *Cystoseira barbata* ve *Dictyopteris membranacea* yaz aylarında Urla-İskele sahilindeki çalışma istasyonlarından doğrudan elle toplama yöntemi ile temin edilerek Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla Birimine getirilmiştir (Şekil 1). Üzerindeki epifit ve diğer organizmalardan deniz suyu ile yıkandıktan sonra dış tanklara kültür çalışmaları için yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Makroalglerin toplandığı istasyonlar  
Figure 1. Stations where macroalgae were collected

### Kültür ortamı

Kültür ortamı olarak inorganik ticari gübrelerden % 46 oranında Fosfat içeren Avrupa Gübresi (TSF: Triple Süper Fosfat) ve % 26 oranında azot içeren (% 13 amonyum nitrojen ve % 13 nitrat nitrojen) ve % 12 oranında kalsiyum içeren Kalsiyum Amonyum Nitrat (CAN) gübresi, her biri bir litrede 1'er gr olacak şekilde zenginleştirilmiş deniz suyu kültür ortamı kullanılmıştır (Ak vd., 2011).

### Kültür koşulları

Makroalg kültürleri denemelerinde 7 m<sup>2</sup> yüzey hacmine sahip dairesel polyester kültür tankları kullanılmıştır. Kültür tanklarındaki derinlik 0.5-1 m olarak ayarlanmıştır.

Havalandırma ile kültür ortamında sürekli karışım ve pompalar aracılığıyla taze deniz suyu girişi sağlanmıştır.

Kültür tanklarına *U. rigida* 1 kg.m<sup>-2</sup> (Neori vd., 1991), *G. gracilis* 0.4 kg.m<sup>-2</sup> (Lapointe ve Ryther, 1978; McLachan, 1982) stok yoğunlığında olacak şekilde yerleştirilmiştir. *S. vulgare* 50 gr.m<sup>-2</sup>, *C. barbata* 87 gr.m<sup>-2</sup> ve *D. membranacea* 74 gr.m<sup>-2</sup> olacak şekilde substratları ile birlikte kültür tanklarına konulmuştur (Largo ve Ohno, 1993).

### Analiz İşlemleri

Laboratuvar koşulları analizler için hazır hale geldiği her bir makroalg türü için minimum 20 adet birey kültür tankından hasat edildikten sonra deniz suyu ile yakanmış ve mutfak tipi santrifüj yardımıyla üzerindeki su uzaklaştırılmıştır. Alg örnekleri kurutma kağıtları ile tekrar kurulandıktan sonra öncelikle laboratuvara gölgede daha sonra da Etüvde 40 °C 'nın altında kurutulmuştur. Kurutulan örnekler öğütücüden geçirilerek toz haline getirildikten sonra vitamin analizleri için ayrılarak analizlere başlanmıştır. Analiz işlemleri boyunca hazırlanan alg örnekleri özellikle vitamin kayiplarını önlemek amacıyla 4 °C' de buzdolabında koyu renkli amber şişeleri içinde karanlıkta saklanmıştır (Sukatar, 2004).

### Vitamin analizleri

Vitaminler çok çabuk oksidasyona uğrayan maddeler olduğu için kültür koşullarında yetişirilen alg örnekleri gölgede ve etüvde kurutma işleminden ve öğütücüyle parçalanarak pudra haline getirilme işlemlerinden hemen sonra Provitamin A ( $\beta$ -karoten), vitamin C (askorbik asit) ve vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol) analizleri Urla Birimindeki Plankton Kültürü Laboratuvarı ve Mikro-algal Biyoteknoloji Laboratuvarlarında yapılmıştır. THALGO firmasının ürettiği mikronize edilmiş alg örnekleri satın alınarak diğer alg örnekleri ile birlikte vitamin analizleri yapılmıştır.

### Provitamin A ( $\beta$ -Karojen)

$\beta$ -karoten miktarı spektrofotometrik yöntemle bulunmuştur (Zou ve Richmond, 2000). Alg örnekleri spektrofotometrede (Optima SP-300) 475 nm dalga boyunda ( $A_{475}$ ) okunmuş,  $\beta$ -karoten miktarının belirlenmesinde kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon eğrisinin oluşturulmasında  $\beta$ -karoten standartı (% 95'den daha fazla saflıkta, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, ABD) kullanılmıştır. Bu standart'tan %0.1'lik  $\beta$ -karoten Stok çözeltisi hazırlanmıştır. Çalışma Standart Solüsyonları ve Standart Kurveler hazırlanıktan sonra Örnek Çözeltiler hazırlanmıştır (Jensen, 1978; Durmaz, 2005). Spektrofotometre 475 nm absorbans değerine ayarlandıktan sonra referans ile sıfırlanmıştır. Daha sonra örneğin ve standardın absorbansı okunduktan sonra aşağıdaki formülden  $\beta$ -karoten miktarı (mg.100 ml<sup>-1</sup>) bulunmuştur:

$$C_{\beta\text{-karoten}} (\text{mg.}100 \text{ ml}^{-1}) = 4.5 A_{475} \text{ (Zou ve Richmond, 2000).}$$

Elde edilen değer mg.100 ml<sup>-1</sup> olarak yosun ekstraktı 'nın sahip olduğu  $\beta$ -karoten miktarını verilmiştir. Bu sonuç toplam yosun örneği için başlangıçtaki toplam yosun ekstraktı

miktariyla çarpıldıktan sonra karşılaştırmaların kolay olması için 100 g yosun örneği için bulunmuştur.

### Vitamin C (Askorbik Asit)

Vitamin C miktarı spektrofotometrik yöntemle tespit edilmiştir (Hişil, 2004). Vitamin C miktarının belirlenmesinde kalibrasyon eğrisi hazırlanmış ve kalibrasyon eğrisinin oluşturulmasında vitamin C Standardı (L-Askorbik asit, saflık % 99, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, ABD) kullanılmıştır. Yüzde 0.4 oranında okzalik asit içeren Stabilizan Çözeltisi ve %0.1'lik askorbik asit içeren Stok Askorbik Asit Çözeltisi hazırlanıktan sonra bu çözeltiden 1, 2, 3, ve 4 mg.100 ml<sup>-1</sup> konsantrasyonlarda Çalışma Standart Solüsyonları, boyalı çözeltisi ve standart kurveler hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler Spektrofotometrede 518 nm 'de okunmuştur. Örneğe ait absorbans değerlerine ( $A_{518}$ ) karşılık gelen konsantrasyon standart kurveden okunmuştur. Örnek 10 misli seyreltilmiş olduğundan bulunan konsantrasyon 10 ile çarpılmıştır. Sonuç, yosun suyunda mg.100 ml<sup>-1</sup> askorbik asit olarak verilmiştir. Elde edilen sonuç toplam yosun örneği için başlangıçtaki toplam yosun ekstraktı miktarıyla çarpıldıktan sonra karşılaştırmaların kolay olması için 100 g yosun örneği için bulunmuştur (Hişil, 2004).

### Vitamin E ( $\alpha$ -Tokoferol)

Yosun örneklerinin vitamin E içeriği spektrofotometrik yöntemle tayin edilmiştir (Martinek, 1964). Alfa ( $\alpha$ -tokoferol miktarının belirlenmesinde kalibrasyon eğrisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon eğrisinin oluşturulmasında  $\alpha$ -tokoferol Standardı (% 95'lik saflıkta, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, ABD) kullanılmıştır. Bu kimyasaldan Stok  $\alpha$ -tokoferol Standart Solüsyonu ve Çalışma Standart Solüsyonu hazırlanmıştır. Standart kurve spektrofotometrede çalışma standart solüsyonları ve absorbans değeri ile bir grafik şeklinde oluşturulmuştur. Spektrofotometre 450 nm absorbans değerine ayarlandıktan sonra referans ile sıfırlandıktan sonra örneğin absorbansı okunmuştur. Okunan değer ekstre edilen toplam karoten değeridir. Ferrik solüsyon tüplere ilave edildikten sonra karıştırılmıştır. Spektrofotometre 600 nm absorbans değerinde referans ile sıfırlandıktan sonra örneğin ve standardın absorbans değerleri okunduktan sonra aşağıdaki formülden Vitamin E miktarı (mg.100 ml<sup>-1</sup>) bulunmuştur:

$$\text{VitaminE (mg.}100 \text{ ml}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Örnek}(A_{600}) - (0.4 \cdot \text{Örnek}(A_{450}))}{\text{Standart}(A_{600})} \text{ (Martinek, 1964).}$$

### İstatistik analizleri

Vitamin kompozisyonuna ait veriler SPSS İstatistik Programındaki varyans Analizi ANOVA testi uygulanarak değerlendirilmiştir. Tüm data ortalama  $\pm$  standart sapma olarak sunulmuştur. Alg türlerinin vitamin kompozisyonları ortalama değerleri SPSS İstatistik programındaki Tukey'in Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanarak karşılaştırılmış ve  $P \leq 0.05$  değerleri istatistikti yönden farklı olarak kabul edilmiştir. (Özdamar, 2009).

## BULGULAR

*Ulva rigida*, *Gracilaria gracilis*, *Sargassum vulgare*, *Cystoseira barbata*, *Dictyopteris membranacea* ve THALGO firmasının "mikronize edilmiş algler" olarak üretmiş olduğu ve sağlık ve güzellik merkezlerinde yaygın olarak kullanılan ürün örneklerinin vitamin kompozisyonu belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır. Analiz sonuçları [Tablo 1](#)'de özetlenmiştir.

$\beta$ -karoten (provitamin A) yönünden en zengin  $3.25 \pm 0.41$  mg.100 g<sup>-1</sup> miktariyla *Gracilaria gracilis* bulunmuştur. *G. gracilis*'i sırasıyla  $1.25 \pm 0.13$  mg.100 g<sup>-1</sup> ile *U. rigida*,  $0.65 \pm 0.05$  mg.100 g<sup>-1</sup> ile *D. membranacea*,  $0.63 \pm 0.05$  mg.100 g<sup>-1</sup> ile *S. vulgare*,  $0.60 \pm 0.05$  mg.100 g<sup>-1</sup> ile *C. barbata* ve  $0.05 \pm 0.00$  mg.100 g<sup>-1</sup> ile THALGO izlemiştir.  $\beta$ -karoten yönünden *D. membranacea*, *S. vulgare* ve *C. barbata* arasında istatistik yönünden bir fark bulunmazken diğer alg türleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ) ([Tablo 1](#)).

En yüksek Vitamin C (askorbik asit)  $7.42 \pm 0.67$  mg.100 g<sup>-1</sup> olarak *U. rigida*'da saptanmıştır. Vitamin C, *G. gracilis*'de 1.12

$\pm 0.33$  mg.100 g<sup>-1</sup>, *C. barbata*' da  $0.78 \pm 0.08$  mg.100 g<sup>-1</sup>, *S. vulgare*'de  $0.65 \pm 0.05$  mg.100 g<sup>-1</sup>, *D. membranacea*' de  $0.60 \pm 0.13$  mg.100 g<sup>-1</sup>, THALGO'da ise  $0.05 \pm 0.00$  mg.100 g<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır. Vitamin C miktarı yönünden *G. gracilis*, *C. barbata*, *S. vulgare* ve *D. membranacea* arasında istatistik yönünden önemli bir fark tespit edilmezken bu türlerin *U. rigida* ve THALGO alg örnekleri ile arasında istatistik yönünden anlamlı bir farklılık bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ) ([Tablo 1](#)).

*D. membranacea* alfa (α)-tokoferol (vitamin E) yönünden en zengin ( $5.03 \pm 0.12$  mg.100 g<sup>-1</sup>) alg türü olarak belirlenmiştir. *D. membranacea*'yı sırasıyla *C. barbata* ( $3.20 \pm 0.03$  mg.100 g<sup>-1</sup>), *U. rigida* ( $3.00 \pm 0.05$  mg.100 g<sup>-1</sup>), *S. vulgare* ( $2.70 \pm 0.07$  mg.100 g<sup>-1</sup>), THALGO ( $1.5 \pm 0.03$  mg.100 g<sup>-1</sup>) ve *G. gracilis* ( $1.30 \pm 0.03$  mg.100 g<sup>-1</sup>) izlemiştir. Alfa (α)-tokoferol düzeyleri yönünden *G. gracilis* ile *U. rigida* ve THALGO, *C. barbata* ile *S. vulgare*, *U. rigida* ve THALGO arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken diğer alg türleri arasında önemli bir farklılık bulunmuştur ( $P \leq 0.05$ ) ([Tablo 1](#)).

**Tablo 1.** *U. rigida*, *G. gracilis*, *S. vulgare*, *C. barbata*, *D. membranacea* ve THALGO mikronize edilmiş alglerin vitamin kompozisyonu (mg.100 g<sup>-1</sup>) (N=3)  
**Table 1.** Vitamin composition (mg.100 g<sup>-1</sup>) of *U. rigida*, *G. gracilis*, *S. vulgare*, *C. barbata*, *D. membranacea* and THALGO micronized algae (N = 3)

Türler	Provitamin A (mg.100 g <sup>-1</sup> )	Vitamin A (IU)*	Vitamin C (mg.100 g <sup>-1</sup> )	Vitamin E (mg.100 g <sup>-1</sup> )
<i>U. rigida</i>	$1.25^b \pm 0.30$	$2083.75 \pm 500.10$	$7.42^a \pm 0.67$	$3.00^{bc} \pm 0.05$
<i>G. gracilis</i>	$3.25^a \pm 0.41$	$5417.75 \pm 683.47$	$1.12^b \pm 0.33$	$1.30^c \pm 0.03$
<i>S. vulgare</i>	$0.63^b \pm 0.35$	$1050.21 \pm 83.35$	$0.65^b \pm 0.05$	$2.70^{bc} \pm 0.07$
<i>C. barbata</i>	$0.60^b \pm 0.20$	$1000.20 \pm 83.35$	$0.78^b \pm 0.08$	$3.20^b \pm 0.03$
<i>D. membranacea</i>	$0.65^b \pm 0.25$	$1083.55 \pm 83.35$	$0.60^b \pm 0.12$	$5.30^a \pm 0.12$
THALGO	$0.05^c \pm 0.02$	$83.35 \pm 33.34$	$0.07^c \pm 0.03$	$1.50^{bc} \pm 0.03$

\*: ppm olarak belirtmek için  $\beta$ -karoten (provitamin A) değerleri 2.2 ile çarpılarak veya IU olarak ifade etmek için  $\beta$ -karoten değerleri 1667 ile çarpılarak ifade edilebilir (AOAC, 1975)

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Vitamin analiz sonuçları alglerin  $\beta$ -karoten (provitamin A), askorbik asit (vitamin C) ve α-tokoferol (vitamin E) yönünden zengin olduğunu göstermektedir. Makroalglerin zengin vitamin kompozisyonları daha önceki çalışmalarında da vurgulanmıştır (Donadieu ve Basire, 1985; Boisvert, 1988; De Roeck-Holtzhauer, 1991). Analizleri yapılan alg türleri arasında  $\beta$ -karoten (provitamin A) yönünden en zengin  $3.25 \pm 0.41$  mg  $\beta$ -karoten.100 g<sup>-1</sup> (veya  $5417.75 \pm 683.47$  IU.100 g<sup>-1</sup>) miktariyla *G. gracilis* bulunmuştur. Önceden yapılan çalışmalarla kıyaslandığında üzerinde çalışılan alg türlerinin diğer türlerin vitamin A kompozisyonuna eş değer veya daha fazlasına sahip olduğu görülmektedir. *Laminaria* sp.'nin vitamin A içeriği 430 IU.100 g<sup>-1</sup>, *Ascophyllum nodosum*'un 58345-13336 IU.100 g<sup>-1</sup>, *Porphyra tenera*'nın 38 400 mg.100 g<sup>-1</sup>, *Porphyra yezoensis*'in 16 000 IU.100 g<sup>-1</sup>, *Palmaria palmata*'nın 26 600 IU.100 g<sup>-1</sup>, *Ulva* türlerinde 590-960 IU.100 g<sup>-1</sup> *Enteromorpha prolifera*'da 13000 IU.100 g<sup>-1</sup>, *Monostroma latissimum*'da 2700 IU.100 g<sup>-1</sup>,

*Gracilaria coronopifolia*' da 1500 IU.100 g<sup>-1</sup> ve *Gracilaria salicornia*' da 6000 IU.100 g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (McDermid ve Stuercke, 2003).  $\beta$ -karoten miktarı alg türleri arasında önemli farklılıklar gösterir (McHugh, 2003).  $\beta$ -karoten miktarı kuru 100 g kahverengi alg için 29-190 mg iken mavi-yeşil algler için 93-408 mg'dır (McDermid ve Stuercke, 2003).  $\beta$ -karoten miktarı türlerde göre farklılık gösterdiği gibi aynı türde mevsimlere göre de farklılık gösterir (Indergaard ve Minsaas, 1991). Kırmızı bir alg türü olan *Rhodymenia palmata*'nın  $\beta$ -karoten miktarı mevsimsel olarak 225 ile 420 mg.kg<sup>-1</sup> arasında değişir. Genellikle yaz aylarında artan ve kış aylarında azalan  $\beta$ -karoten miktarı *Ascophyllum nodosum* için kış aylarında 35 mg.kg<sup>-1</sup> ve yaz aylarında 80 mg.kg<sup>-1</sup>, *Fucus serratus* için kış aylarında 80 mg.kg<sup>-1</sup> ve yaz aylarında 185 mg.kg<sup>-1</sup> olarak değişir (Indergaard ve Minsaas, 1991).

Bu çalışmada provitamin A olarak sadece  $\beta$ -karoten içeriği incelenmiştir. Gelecekteki çalışmalarla alglerin toplam karoten değerleri vitamin A kompozisyonunun tam olarak belirlemek

icin analiz edilmelidir. Onceki calismalarda da belirtildigi gibi vitamin A' nin biyolojik degerinin alglerdeki karoten miktarinin % 80-100' une denk gelmekte ve bu bakimdan alglerin vitamin A degerinin sadece karoten miktari bagli oldugu ve karoten miktardan vitamin A degerinin tespit edilmesinin doğru oldugu belirtimiştir (Atay, 1984).

Vitamin C (askorbik asit) yönünden en zengin  $7.42 \pm 0.67$  mg.100 g<sup>-1</sup> miktariyla *U. rigida* bulunmuştur. Daha önceden farklı alg türleri üzerine yapılmış calismalarla karşılaştırıldığında bu çalışmada analizlerini yaptığımız alglerin vitamin C kompozisyonlarının düşük olduğunu görüyoruz. *Laminaria sp.*'nin vitamin C miktarı 11 mg.100 g<sup>-1</sup>, *Ascophyllum nodosum*'un 55-165 mg.100 g<sup>-1</sup>, *Porphyra tenera*'nın 20 mg.100 g<sup>-1</sup>, *Porphyra yezoensis*'nın 112 mg.100 g<sup>-1</sup>, *Palmaria palmata*'nın 200 mg.100 g<sup>-1</sup>, *Ulva* türlerinde 10-12 mg.100 r<sup>-1</sup> *Enteromorpha prolifera*'da 43.2 mg.100 g<sup>-1</sup>, ve *Monostroma latissimum*'da 54 mg.100 g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Indergaard ve Minsaas, 1991; McHugh, 2003). Türe bağlı olmakla beraber alglerde vitamin C miktarı mevsimlere bağlı olarak da değişmektedir. Norveç'te yetişen kahverengi alglerin vitamin C miktarları kiş aylarında en düşük ve ilkbaharda en yüksek olmak üzere *Ascophyllum nodosum* için 100 g kuru alg için kiş aylarında 65 mg ve ilkbahar aylarında 165 mg, *Fucus serratus* için kiş aylarında 60 mg ve ilkbahar aylarında 260 mg ve *Fucus vesiculosus* için kiş aylarında 50 mg ve ilkbahar aylarında 220 mg vitamin C tespit edilmiştir (Jensen, 1966).

Analizleri yapılan alg örneklerinin vitamin C miktarlarının daha düşük miktarda çıkması vitamin C'nin çevre şartlarından en kolay etkilenen ve hızlı bir şekilde okside olarak biyolojik aktivitesini kaybeden bir vitamin olmasına açıklanmıştır. Algler % 10 nem ve 15 °C sıcaklıkta depolandığında vitamin C'nin yarısı 9 ayda, % 20 nemde depolandığında ise 7 ayda hepsinin kaybolduğu belirtimiştir. Ayrıca, kurutma, öğütme ve depolama işlemleri sırasında büyük kayıplar ortaya çıkar (Atay, 1984; Pérez vd., 1992; Hoşsu vd., 2005). İllerdeki calismalarda alglerin C vitamini kayıplarını azaltacak olan liyofilizasyon (dondurarak kurutma) gibi yeni kurutma ve basınçla parçalama gibi yeni sistemler kullanılarak algal ürünler hazırlanmalıdır (Donadieu ve Basire, 1985; De Roeck-Holtzhauer, 1991; Sukatar, 2004).

Alfa (α)-tokoferol (vitamin E) yönünden en zengin  $5.30 \pm 0.12$  mg.100 g<sup>-1</sup> miktariyla *D. membranacea* bulunmuştur. Alglerin vitamin E içeriği 1-34 mg.100g<sup>-1</sup> 'dir (Chapman ve Chapman, 1980). Kahverengi makroalgler içinde vitamin E miktarı en yüksek *Ascophyllum* ve *Fucus* türlerinde 200-600 mg tokoferol.kg<sup>-1</sup> (kuru ağırlık) olarak bulunmuştur (Chapman ve Chapman, 1980; Indergaard ve Minsaas, 1991). Genellikle *Fucus* türlerinin kiş örneklerinde tokoferol düzeyi yaz

örneklerine göre daha yüksektir. *Ascophyllum* türlerinde ise değişimler daha küçüktür. Vitamin E, ocak ayında en az ve eylül ayında en fazla olmak üzere 100 g *Fucus vesiculosus* için ocak ayında 13.8 mg ve eylül ayında 27.2 mg, *Ascophyllum nodosum* için ocak ayında 15.6 mg ve eylül ayında 29.8 mg ve *Pelvetia canaliculata* için ocak ayında 22.9 mg ve eylül ayında 34.7 mg bulunmuştur (Jensen, 1966).

Kahverengi alglerden *Fucus* ve *Ascophyllum* türleri ile karşılaşıldığında, bu çalışmada alg örneklerimizde bulduğumuz daha düşük vitamin E miktarı, vitamin A ve vitamin C için de belirttiğimiz gibi alg pudralarının hazırlanması esnasında kayıplara uğramasıyla açıklanmıştır. Ayrıca, alg unlarının depolanmasında sıcaklık ve nemin az olması istenir. Sıcaklık ve nem alglerin depolanmasında kaliteyi etkiler. Gelecekte yapılacak olan calismalarda alglerin vitamin kayıplarını en aza düşürecek olan kurutma ve parçalama işlemleri kullanılarak algal ürünlerin hazırlanması gerekmektedir (Atay, 1984; Pérez vd., 1992; Hoşsu vd., 2005).

Yetiştiricilik koşullarının ve türlerin mevsimsel vitamin içerikleri araştırılarak optimum vitamin depoladıkları zamanlar ve kültür koşulları ayrıca araştırılmalıdır. Zengin vitamin kaynakları olan algler Thalassoterapi' nin yanında insan ve hayvan gıdası olarak kullanılabilir.

Sonuç olarak Türkiye sularında içinde ekonomik değeri bulunanların da olduğu 1000 kadar makroalg türü tespit edilmiş olmasına karşılık henüz makroalg'lere dayalı bir sanayi gelişmemiştir. Zengin makroalg kaynakları özellikle ülkemizin zengin coğrafik ve ekolojik konumundan ileri gelmektedir. Son yıllarda sayıları hızla artan Thalassoterapi ve SPA merkezlerinde kullanılan alg türleri veya eşdeğerleri sularımızda mevcut olmasına rağmen, Thalassoterapi kullanım amaçlı bu ürünler yüksek fiyatlardan ithal edilmektedir. Bu sebeple ülkemizde Thalassoterapi'de kullanılmak üzere alg kaynaklarının araştırılması kaçınılmaz bir sorumluluktur. Alglerin Thalassoterapi için önemini yanında insan ve hayvan gıdası, ziraate gübre, eczacılık, kozmetik, tip, dışçılık, tekstil alanlarında da hammadde ve tamamlayıcı madde olarak değerlendirilmesi üzerinde de çalışmalar yapılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Doktora çalışmasının bir bölümünü oluşturan bu araştırma, Ege Üniversitesi Bilim Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (EBİLTEM) Destek Programları altında yer alan "Su Yosunlarının Thalassoterapi'de Kullanımı" isimli proje başlığı ile E04 faslından Proje Oluşturma ve Geliştirme kapsamında desteklenmiştir.

## KAYNAKÇA

- Ak, İ., Çetin, Z., Cırık, Ş & Göksan, T. (2011). *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss Culture Using an Agricultural Organic Fertilizer. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(8a), 2156-2162.

- Ak, İ. & Cırık, S. (2017). Mavi-yeşil algler (Siyanoğrular) ve termalizm. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(2), 227 – 233.  
DOI: 10.12714/egefjas.2017.34.2.04

- Atay, D. (1984). Bitkisel Su Ürünleri ve Üretim Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 905, Ankara, 203 sayfa.
- Boisvert, C. (1988). Les jardins de la Mer. Du bon usage des algues. Terre Vivante, Paris, Fransa, 157 p.
- Chapman, V.J. & Chapman, D.J. (1980). Seaweeds and their uses. London: Chapman and Hall, 334 p.
- Cirik, S. (2005). Denizden Gelen Sağlık. Standart Dergisi. Türk Standartları Enstitüsünün Ekonomik ve Teknik Dergisi, Su Ürünleri Özel Sayısı, Yayın: 44, No: 528, 47-49.
- Cirik, S. & Turan, G. (2003). Su Yosunlarının Thallassoterapi'de Kullanımı. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu. 2-5 Eylül 2003, Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ.
- Cirik, S. (1978) . Recherches sur la vegetation marine de cotes Turques de la mer Egée. Etudes particulières des peyssonneliacées de Turquie. These, Paris, 172 p.
- Cirik, S., Zeybek, N., Aysel, V. & Cirik, S. (1988). Note Preliminaires sur la Vegetation Marine de l'ile de Gökçeada (mer Egée Nord,Turquie). Rapp.comm.int. mer, 31, 2-10
- Cirik, S. & Cirik, S. (2017). Su Bitkileri: Deniz Bitkilerinin Ekolojisi, Biyolojisi ve Kültür Teknikleri. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 58, Bornova, İzmir, 188 sayfa.
- Cirik, S., Akçalı, B. & Bilecik, N. (2001). Göksu Körfezi (Ege Denizi) Deniz Bitkileri. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları No:09.8888.6000.000-DK.01.001.260. İzmir, 96 sayfa.
- Cirik, S., Ceylan, T., Ateş, A.S., Ak, İ., Büyükkateş, Y., Akçalı, B. & İnanmaz, Ö.E. (2006). Denizi Tanıyalım: Knowing the Marine Environment. ISBN 975-8100-46-7. META Basım matbaacılık Bornova, İzmir, 82 sayfa.
- De Roeck-Holtzauer, Y. (1991). Uses of Seaweeds in Cosmetics. In: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Editors, M. D. Guiry and G. Blunden. John Wiley and Sons, Ltd. England, 83-93.
- Donadieu, Y. & Basire, J. (1985). Les thérapeutiques naturelles: Les Algues. Librairie Maloine S.A, Paris, Fransa, 511 p.
- Durmaz, Y. (2005). Azot Kaynakları ve Konsantrasyonlarının *Nannochloropsis oculata* (Droop) Hibbert (Eustigmatophyceae)'nin Büyüme ve Biyokimyasal Yapısına Etkisi. (Doktora Tezi). E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Ana Bilim Dalı, Bornova, İzmir, 92 sayfa.
- Hişil, Y. (2004). Enstrümental Gida Analizleri: Laboratuvar Deneysiyeleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları yayın No: 45, Bornova, İzmir.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y. & Fırat Kop, A. (2005). Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I (Balık Besleme Fizyolojisi ve Biyokimyası). E. Ü. Yayınları, Su ürünleri Fakültesi Yayın No: 50, Ders Kitabı Dizini No:19, Bornova, İzmir, 276 Sayfa.
- Indergaard, M. & Minsaas, J. (1991). Animal and Human Nutrition. In: Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. Editors Michael D. Guiry and Gerald Blunden, John Wiley and Sons, 21-64.
- Jensen, A. (1966). Carotenoids of Norwegian Brown seaweeds and seaweed meals. Norwegian Institute of Seaweed Research, Report No: 31: 1-138.
- Jensen, A. (1978). Chlorophylls and Carotenoids. In: Hand Book of Phycological Methods. Physiological and Biochemical Methods. Editors Johan A. Hellebust and J. S. Craigie. Cambridge University Press. 512 p.
- Lapointe, B.E. & Ryther, J. (1978) . Some aspects of the growth and yield of *Gracilaria tikvahiae* in culture. Aquaculture 15, 185-93.  
DOI: [10.1016/0044-8486\(78\)90030-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(78)90030-3)
- Largo, D. B. & Ohno, M. (1993). Constructing An Artificial Seaweed Bed. In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. Editors A. Critchley and M. Ohno. Kanagawa International fisheries Trainin Center, Japan International Cooperatin Agency (JICA), 151 p.
- Martinek, R.G. (1964). Method for the Determination of Vitamin E (Total Tocopherols) in Serum. General Biochemicals. No: 12, Volume10, 1078-1086.
- McDermid, K. J. & Stuercke, B. (2003). Nutritional composition of edible Hawaiian seaweeds. Journal of Applied Phycology, 15, 513-524  
DOI: [10.1023/B:JAPH.0000004345.31686.7f](https://doi.org/10.1023/B:JAPH.0000004345.31686.7f)
- McHugh, D. J. (2003). A guide to the Seaweed Industry. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia, 103 p.
- McLachan, J. L. (1982). Inorganic nutrition of marine macroalgae in culture. In: Synthetic and degradative processes in marine macrophytes. Editor L.M. Srivastava, 71-98.
- Neori, A., Cohen, I. & Gordin, H. (1991). *Ulva lactuca* biofilters for marine fishpond effluents: II. Growth rate, yield and C:N ratio, Bot. Mar., 34: 483-489. DOI:[10.1515/botm.1991.34.6.483](https://doi.org/10.1515/botm.1991.34.6.483)
- Özdamar, K. (2009). Paket programlar ve İstatistiksel veri analizleri 1. Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Pérez, R., Kaas, R., Campillo, F., Arbault, F. & Barbaroux, O. (1992). La Culture DesAlgues marines dans Le monde. IFREMER, 614 p.
- Sukatar, A. (2004). Alg Kültür Yöntemleri. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 184, Bornova. 168 sayfa.
- Zou, N. & Richmond, A. (2000). Light-path length and population density in photoacclimation of *Nannochloropsis* sp. (Eustigmatophyceae). Journal of Applied Phycology, 12, 349-354. DOI: [10.1023/A:100815100](https://doi.org/10.1023/A:100815100)

## Selectivity of turned meshes codends for Deepwater Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*), Horse Mackerel, (*Trachurus trachurus*) and European Hake (*Merluccius merluccius*) in the Aegean Sea

### Ege Denizi'nde Derinsu Pembe Karidesi (*Parapenaeus longirostris*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) ve Bakalyaro için (*Merluccius merluccius*) döndürülmüş ağ gözü torba seçiciliği

Tuğçe Şensurat Genç<sup>1\*</sup>  • Muhammet Atamanalp<sup>2</sup>  • Celalettin Aydın<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> İzmir Katip Çelebi University, Faculty of Fisheries, 35620, Çiğli, İzmir, Turkey

<sup>2</sup> Atatürk University, Faculty of Fisheries, 25240, Erzurum, Turkey

<sup>3</sup> Ege University, Faculty of Fisheries, 35100, Bornova, Izmir, Turkey

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

Received date: 04.01.2018

Accepted date: 09.03.2018

#### How to cite this paper:

Şensurat Genç, T. Atamanalp, M. & Aydin, C. (2018). Selectivity of turned meshes codends for Deepwater Rose Shrimp (*Parapenaeus longirostris*), Horse Mackerel, (*Trachurus trachurus*) and European Hake (*Merluccius merluccius*) in the Aegean Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 157-168. DOI:10.12714/egefjas.2018.35.2.08

**Abstract:** More than fifty published on demersal trawl codend selectivity studies have been carried out in the Mediterranean waters of Turkey since the mid-1980s. In this study, in an attempt to enhance the size selectivity of three species in the Aegean Sea trawl fisheries, three 90° turned meshes codends were investigated. Experiments were carried out in the Kuşadası Bay of the Eastern Mediterranean, between 19 January and 29 March 2015 with commercial stern trawler. The meshes of tested codends were turned 90°, two of them have 44 mm mesh size with 300 and 150 meshes around codend circumferences (44T300 and 44T150). The other has 40 mm mesh size with 165 meshes around codend circumferences (40T165). Individual hauls and mean selectivity parameters were estimated by using the CC2000 and EC-Modeller softwares, respectively. The mean  $L_{50}$  values of 44T300, 44T150 and 40T165 were  $17.5 \pm 0.2$  mm,  $18.6 \pm 0.1$  mm and  $17.1 \pm 0.2$  mm carapace length for shrimp,  $16.4 \pm 0.4$  cm,  $17.1 \pm 0.4$  cm and  $14.8 \pm 0.2$  cm total length for horse mackerel, respectively. The pooled  $L_{50}$  values of,  $12.8 \pm 0.5$  cm,  $13.2 \pm 0.6$  cm and  $12.1 \pm 0.1$  cm total length for hake. While there are no differences between  $L_{50}$  values of 40T165 and 44T300 for deepwater rose shrimp ( $p>0.05$ ), there are significant differences for horse mackerel ( $p<0.05$ ). The likelihood ratio test results showed that there were no significant differences among all codends for European hake. In conclusion, any effort such as using square mesh, turned mesh codends or halved the number of meshes in the codend to release immatures of some species, is probably to cause the loss of marketable sizes of other species in the Mediterranean. This economical loss of revenues is the essential concern of fishermen that prevents them using alternative codend designs, though such designs are technically applicable. Consequently, the losses of income caused by using T90 mesh codend and halving the number of meshes around codend circumference should also be investigated in future studies.

**Keywords:** Demersal trawl, turned meshes, deepwater rose shrimp, horse mackerel, European hake, Aegean Sea

**Öz:** Türkiye'nin Akdeniz sularında 1980'lerin ortalarından beri demersal trol torba seçiciliği üzerine elliinden fazla çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada Ege Denizi trol balıkçılığında 3 türün boy seçiciliğini geliştirmek için 3 farklı döndürülmüş ağ göz torbaları araştırılmıştır. Denemeler Doğu Akdeniz'de bulunan Kuşadası Körfezi'nde 19 Ocak ve 29 Mart 2015 tarihleri arasında ticari trol teknnesiyle gerçekleştirilmiştir. Deneme torbalarının ağ gözleri 90° döndürülmüş olup ikisi 44 mm ağ göz boyunda, 300 ve 150 torba çevre göz sayısına sahiptir (44T300 ve 44T150). Diğer torba 165 çevre göz sayısına sahip 40 mm ağ göz boyundadır. Bireysel çekimler ve ortalama seçicilik parametreleri sırasıyla CC2000 ve EC-Modeller yazılımları kullanılarak hesaplanmıştır. Derinsu pembe karidesinin 44T300, 44T150 ve 40T165 torbalarında ortalama  $L_{50}$  değerleri sırasıyla  $17.5 \pm 0.2$  mm,  $18.6 \pm 0.1$  mm ve  $17.1 \pm 0.2$  mm karapas boyu, istavritin  $16.4 \pm 0.4$  cm,  $17.1 \pm 0.4$  cm and  $14.8 \pm 0.2$  cm total boydur. Bakalyaronun birleştirilmiş  $L_{50}$  değerleri  $12.8 \pm 0.5$  cm,  $13.2 \pm 0.6$  cm ve  $12.1 \pm 0.1$  cm total boydur. Derinsu pembe karidesi için 40T165 ve 44T300'den elde edilen  $L_{50}$  değerleri arasında fark yokken ( $p>0.05$ ), istavrit için önemli fark vardır ( $p<0.05$ ). Olabilirlik oran test sonuçları bakalyaro için tüm torbalar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Sonuç olarak Akdenizde bazı türlerin juvenillerini serbest bırakmak için kare gözlü, döndürülmüş gözü torba kullanma veya torba etrafındaki göz sayısını yarıya düşürme gibi çabalar, pazarlanabilir boydaki diğer türlerin kaybına neden olabilemektedir. Alternatif torbalar teknik olarak uygulanabilir olmalarına rağmen, ekonomik gelir kaybı balıkçıların torbaları kullanmalarını önleyen esas kaygıdır. Bu nedenle, T90 torba ve torba çevre göz sayısının yarıya indirilmesinin sebep olduğu gelir kayıpları gelecek çalışmalarda araştırılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Demersal trol, döndürülmüş torba, derinsu pembe karidesi, istavrit, bakalyaro, Ege Denizi

## INTRODUCTION

More than fifty scientific papers have been published on demersal trawl codend selectivity in the Mediterranean waters of Turkey since the mid-1980s (Stewart, 2002). The studies show that conventional mesh codends selectivity results are rather poor (Tokac et al., 1998; Tosunoğlu et al., 2003; Tokac et al., 2004, 2010; Özbilgin et al., 2012; Aydin et al., 2011). In order to improve selectivity, scientists have been made effort. One of these works is T90 mesh codends. T90 codend obtained by turning 90° of standard diamond mesh and can create important improvements in size selectivity (Madsen, 2007; Wienbeck et al., 2011). T90 codend was first tested by Moderhak (1997) for cod (*Gadus morhua*) fishery and then scientific interest have been increasing all around the world (Arkley, 2008; Hansen, 2004; Herrmann et al., 2007; Wienbeck et al., 2011, 2014; Madsen et al., 2012; Gorman and Dixon, 2015; Herrmann et al., 2013; Madsen et al., 2015; Stepputtis et al., 2016). It has been introduced in 2006 the legislation (EU Regulation no. 2187/2005) for the Baltic Sea cod fishery (EU, 2005; Herrmann et al., 2007). On the otherhand, few studies have been conducted on selectivity of T90 codend in the Mediterranean. Kaykaç (2005) has investigated the selectivity of 40 mm turned meshes in Aegean Sea for *Mullus barbatus*, and *Diplodus annularis*. Tokac et al. (2014) have compared the size selectivity of T0 and T90 codends with three different mesh sizes for *Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus* and *Diplodus annularis*. Aydin and Tokac (2015) have compared the size selective properties of the same mesh size of 90° turned mesh codend and square mesh codend for *Parapenaeus longirostris* and *Phycis blennoides*. Deval et al. (2016) estimated the selectivity of the same mesh size (50 mm) of T0 and T90 codends in deep water demersal trawl fisheries for *P. longirostris*, *Plesionika maritima*, *Aristaeomorpha foliacea* and *Aristeus antennatus*. Dereli and Aydin (2016) gave selectivity results of four codends; two different mesh sizes of diamond mesh codends, square mesh codend and turned mesh codend for *M. barbatus*, *Merluccius merluccius*, *Trachurus trachurus* and *Dentex moroccanus*. İlkyaz et al. (2017) studied the selectivity of 90° turned meshes of three different mesh size codends for bogue (*Boops boops*) in the Eastern Mediterranean.

Turkish Fishery Regulations (TFR) define a minimum mesh size of 44 mm diamond or 40 mm square mesh netting for demersal trawl codends used in Aegean Sea (Anonymous, 2016). However, Fishers widely use 40 mm diamond mesh netting in trawl codends, accept in practice as legal as it usually measures about 43 mm with a wedge gauge (Özbilgin et al. 2012). On the other hand, studies with the same mesh size codends have shown that the selectivity can be improved by reducing the meshes around the codens (Reeves et al., 1992; Broadhurst and Kennelly, 1996; Lök et al., 1997; Broadhurst et al., 2004; Özbilgin et al., 2005; Sala and Luchetti, 2011; Eryasar et al., 2014). Since August 2013, there was the provision that “the number of meshes around codend can't be more than half of the number of meshes of tunnel” (Anonymous, 2012).

However, this provision is not present in the TFR which came into force in September 2016.

This study aimed to investigate the selectivity of 90° turned meshes of 44 mm mesh sizes with 300 meshes around codend circumferences (44T300), 44 mm meshes size with 150 meshes around codend circumferences (44T150) and 40 mm mesh size with 165 meshes around codend circumferences (40T165) for the deepwater rose shrimp (*P. longirostris*), horse mackerel (*T. trachurus*) and European hake (*M. merluccius*) which have high economical value but different body shape. Selectivity results for hake firts time presented from the study.

## MATERIALS AND METHODS

Experiments were carried out in the commercial fishing grounds of the Kuşadası Bay (Aegean Sea) during the period 19-24 January and 25-29 March 2015 on board a commercial stern trawler “Efsane G” (LAO: 19.85 m 500 HP engine power). A modified 900 meshes fishing circle demersal trawl net was used for all experiments (Şensurat, 2015). The water depth ranged from 65 to 215 m (average: 115.5 m). The average towing duration was 178.1 min. (110-250 min). All hauls were carried out during daytime.

All tested codends are same material (380d / 21 no) made of knotted polyethylene netting and 5 m in length. The implementation of a T90 mesh where the diamond codend mesh (T0) is turned 90° (Wienbeck et al., 2011). Characteristics of the experimental codends are as follows:

- (1) 44T300: nominal 44 mm (45.4 mm ± 0.11) 300 meshes on its circumference.
- (2) 44T150: nominal 44 mm (45.4 mm ± 0.11), 150 meshes on its circumference.
- (3) 40T165: nominal 40 mm (40.4 mm ± 0.10), 165 meshes on its circumference.

The end of the tunnel consisted of 44 mm mesh size of 300 meshes in circumferences (44 x 300= 13200 mm). According to the EC regulation (Anonymous, 2006), the square mesh codend in particular, the circumference of the rear most part of the trawl body, and the extension piece should be from 2 to 4 times the circumference of the front end of the codend. We used the codends circumferences tested in the study considering the EC regulation as square mesh codend circumferences ((13200 mm / 40 mm) / 2= 165 meshes) and 90° turned meshes ((13200 mm /40 mm/ 2 = 165 meshes).

Full mesh sizes of the codends (four lines of 20 consecutive meshes in the towing direction) were measured while the netting was still wet after the tows by using OMEGA mesh gauge at 50 N. Each codend was attached to end of the tunnel, which had 300 meshes in circumference made of 48 mm knotless PE netting. A protective bag, 5.5 m in length and knotted polypropilen material with 100 mm mesh size, was used around the codend whereby the protective bag was laced around the codend. Aft ends of the codend and the protective net were tied together. The main characteristic of the codends are given in Table 1.

**Table 1.** Codend specifications

Codend features	Tested Codends		
	44T300	44T150	40T165
Nominal mesh size (mm)	44	44	40
Measured mesh size (mm)	45.4	45.4	40.4
Number of measurements	80	80	80
Twine thickness	380d/21 no	380d/21 no	380d/21 no
Material	PE knotted	PE knotted	PE knotted
Circumference mesh number	300	150	165

The selectivity of the codends was estimated using the hooped covered codend method described by Wileman *et al.* (1996). The cover was made of knotless polyamide (PA) netting with a nominal mesh size of 24 mm and supported by hoops, that 1.9 m in diameter. The hoops were made of 5 cm diameter PVC material. Supporting hoops were used to avoiding the masking effect of the cover on the codend meshes.

At the end of each tow the cover catch was first removed. If necessary, random sub-sampling of an appreciable amount for all hauls was made from the codend and the cover. The investigated species separately sorted from the rest of the catch and weighed. Meantime, crews sorted the marketable codend catch by species and left the discards on deck. Three species were deepwater rose shrimp, horse mackerel and hake, collected for selectivity analyses. Full or sub-samples were taken and weighed separately from marketable catch and discards.

Length measurements were obtained to the nearest cm for horse mackerel and European hake. Sub-samples were taken from the cover and codend for the deepwater rose shrimp. The length class frequencies were then estimated by raising the sub-sampled frequencies obtained by the ratio of the total weight to the sub-sample weight. The length class frequencies for the shrimps in the codend and cover were estimated by multiplying the measured frequencies in the subsamples by the inverse of the sampling proportion. The carapace length (from the orbital sinus to the internal posterior margin of the carapace) was measured to the nearest mm for the deep-water rose shrimp by using digital calipers. When the numbers of individuals retained and escaped were insufficient for individual haul estimation, data were pooled over all hauls to estimate the selection curve for only European hake. The length distributions of the discarded individuals were added to the codend's distribution for the selectivity analysis.

To compare the retention rates of immature specimens between the different codend, a 13 and 20 cm total length (TL) minimum landing sizes (MLS) were used for Atlantic horse mackerel and European hake given by [Anonymous \(2016\)](#), respectively. MLS regulation does not given in TFR for deepwater rose shrimp. Therefore, 20 mm carapace length (CL) MLS were used for rose shrimp given by [EU \(2005\)](#).

Selectivity parameters for individual hauls were obtained by using the CC2000 software ([ConStat, 1995](#)). The data were analized using a logistic equation with the maximum likelihood method (Wileman *et al.*, 1996) as  $S(I) = \exp(v_1 + v_2I)/[1 + \exp(v_1 + v_2I)]$ , where the parameters  $v_1$  and  $v_2$  are the intercept and slope of the linear logistic function, respectively. The mean selectivity of the individual hauls was calculated by taking into account between-haul variation according to [Fryer \(1991\)](#) using the ECModeller software ([ConStat, 1995](#)) which adopts the REML method (residual maximum likelihood). The values of  $L_{50}$  were estimated from the expression:

$$L_{50} = (-v_1/v_2)$$

Selection Range (SR, difference between the 75% and 25% retention lengths) was estimated with the equation:

$$SR = L75 - L25$$

[Fryer \(1991\)](#) model was used to test between-haul variation of the selectivity parameters  $v_1$  and  $v_2$  by mesh configuration, allowing the estimation of mean curves for the three different mesh codends by using the software ECModeller ([ConStat, 1995](#)) which utilizes the REML (Residual Maximum Likelihood) approach. The model of [Fryer \(1991\)](#) was also used to investigate the significance of catch size, mesh configuration on the selectivity parameter estimates. Some of the explanatory variables effect on the  $L_{50}$  and SR values such as the mesh configuration, mesh numbers of codend circumference, the codend catch, the species catch and the haul duration were tested.

The statistical significance among pooled selection curves for the European hake was evaluated with a likelihood ratio test (e.g. [Campos \*et al.\* 2003](#)).

## RESULTS

A total weight of 5.02 tonnes was caught in the codend and cover during 100.9 h, in 34 hauls (11 hauls 44T300, 11 hauls 44T150 and 12 hauls 40T165). The total catch was composed of 0.93 t with 44T300, 2.36 t with 44T150 and 1.73 t with 40T165. Deepwater rose shrimp (*P. longirostris*), Horse mackerel (*T. trachurus*) and European hake (*M. merluccius*) accounted for the majority of the total catch by weight ([Table 2](#)).

**Table 2.** The total catch and percentage of catch by species in codend and cover as caught from 44T300, 44T150 and 40T165 codends

	44T300			44T150			40T165		
	Codend	Cover	Total	Codend	Cover	Total	Codend	Cover	Total
<b>Weight (kg)</b>	750.5	182.2	932.7	2138.0	219.3	2357.3	1398.4	336.4	1734.8
<b>Deepwater rose shrimp (%)</b>	5.9	16.5	7.9	0.6	5.3	1.0	3.3	9.0	4.6
<b>Horse mackerel (%)</b>	8.7	16.8	10.2	3.1	19.9	4.6	20.1	30.9	23.5
<b>European hake (%)</b>	11.1	0	8.9	2.5	0.2	2.3	4.0	0.1	3.2
<b>Others (%)</b>	74.3	66.7	73.0	93.8	74.6	92.1	72.6	60.0	68.7

**Deepwater rose shrimp (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)**

In total, 51 276 deepwater rose shrimp were caught from 33 valid hauls. While 52.4% (26 888) specimens retained, 47.6% (24 388) was escaped.

Total number of specimens, captured and escaped percentage and their minimum and maximum sizes in codends are given in **Table 3**. Length-frequency distributions show their size ranges between 7 to 32 mm for all tested codends, with a main peak at 15-17 mm CL ([Figure 1](#), right side). A total of 43.6, 56.1 and 32.9% of the specimens were found above MLS in the 44T300, 44T150 and 40T165 codend, respectively.

**Table 3.** Total number of deepwater rose shrimp specimens, captured and escaped percentage and their minimum and maximum sizes in codends

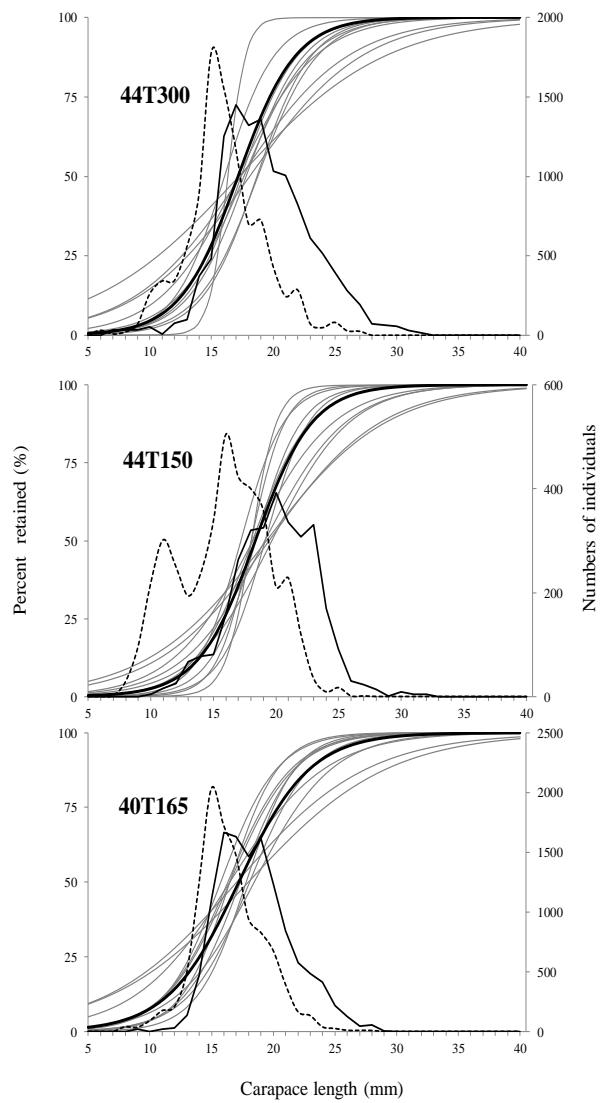
	Total number of specimens	Captured (%)	Size ranges (mm)		Above MLS (%)	Escaped (%)	Size ranges (mm)		Above MLS (%)
			Min	Max			Min	Max	
44T300	21333	54.7	7	32	43.6	45.3	6	27	12.6
44T150	7030	43.4	10	32	56.1	56.6	7	27	15.6
40T165	22913	53.1	9	31	32.9	46.9	8	28	13.6

Selectivity estimates for individuals and mean curves (according to [Fryer, 1991](#)) of rose shrimp are given in Table 4 and [Figure 1](#). **Table 4** also presents numbers of shrimp in codends and covers. The mean L<sub>50</sub> and SR values were 17.5 and 5.7 mm for 44T300, 18.6 and 5.1 mm for 44T150 and 17.1 and 6.0 mm for 40T165. An inspection of the fit statistics indicated problems using a logistic curve to describe the selection data for all hauls ( $p < 0.05$ ), except for hauls no. 3, 4, 7 and 10 for 44T300, no. 1, 2, 3, 7, 10, 11 for 44T150 and no. 4, 5, 6, 7 and 10 for 44T165. Inspection of the deviance residuals indicated structural problems when using the logistic curve to model the experimental data in these hauls. Lack of fit does not certainly refer that the fitted selection curve is not a good model of the selection of the species. If a plot of residuals vs. length shows no clear structure, then the lack of fit is due to over-dispersion ([McCullagh and Nelder, 1989](#); [Deval et al., 2016](#)), that is, the failure of the assumption that fish behave independently ([Wileman et al., 1996](#)).

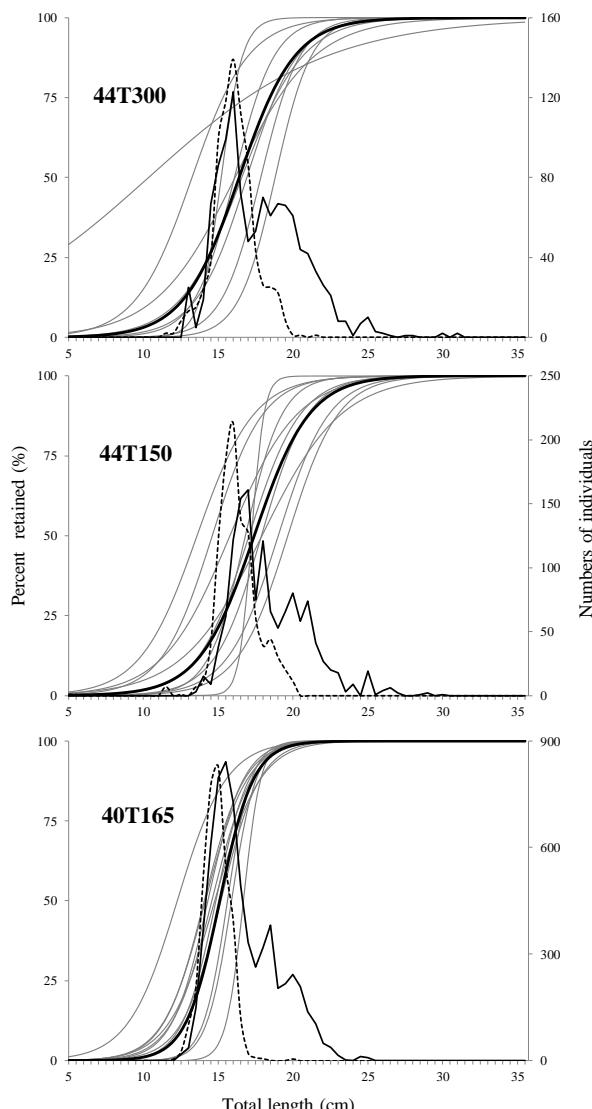
Significant differences were found only between 44T150 and the other two codends. On the other hand, there were no significant differences between SR values between the codends ( $p > 0.05$ ). Explanatory variables results which affect selectivity parameters are also given in **Table 5**.

**Horse mackerel (*Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758)**

A total number of 13 562 horse mackerel were caught with 30 valid hauls. While 63.5% (8617) specimens retained, %36.5 (4945) was escaped. Total number of specimens, captured and escaped percentage and their minimum and maximum sizes in codends are given in **Table 6**. Length-frequency distributions show their size ranges as 12.5 to 31 cm for all tested codends. All of the captured specimens in the 44T300 and 44T150 codends, 99.7% of the specimens were found above MLS in 40T165 codend (13 cm, [Anonymus, 2016](#)).



**Figure 1.** The selection curves and length distribution of the deepwater rose shrimp (*P. longirostris*). Y-axis left: percentage retained for the selection curves of: 44T300, 44T150 and 40T165 (thick drawn lines; mean selection curve (Fryer 1991), thin drawn lines; individual selection curves). Y-axis right: normalized length-frequency distribution, drawn lines: codend specimens, broken lines; and cover specimens.



**Figure 2.** The selection curves and length distribution of the horse mackerel (*T. trachurus*). Y-axis left: percentage retained for the selection curves of: 44T300, 44T150 and 40T165 (thick drawn lines; mean selection curve (Fryer 1991), thin drawn lines; individual selection curves). Y-axis right: normalized length-frequency distribution, drawn lines: codend specimens, broken lines; and cover specimens

**Table 4.** Estimated selectivity parameters of individual and mean hauls (according to Fryer, 1991) for deepwater rose shrimp in 44T300, 44T150 and 40T165

Codends	H.N	L <sub>50</sub>	CI low-CI high	SR	CI low-CI high	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>22</sub>	deviance	dof	pvalue	NCd	NCv
44T300	1	18.7	18.0-19.5	5.3	3.8-6.9	-7.707	0.411	1.061	-0.057	0.003	96.22	14	0.00	914	1035
	2	17.6	16.8-18.5	5.9	3.9-8.0	-6.525	0.370	1.222	-0.067	0.004	143.99	21	0.00	820	667
	3	16.1	15.5-16.7	4.5	3.1-5.8	-7.930	0.494	1.209	-0.075	0.005	22.11	13	0.05	133	143
	4	18.7	17.7-19.7	4.9	3.1-6.7	-8.388	0.449	2.416	-0.124	0.007	15.14	18	0.65	79	64
	5	17.2	15.5-18.9	13.1	5.6-20.7	-2.878	0.167	0.645	-0.037	0.002	1070.21	23	0.00	5083	5146
	6	16.3	16.0-16.6	1.6	1.3-1.9	-22.377	1.372	4.854	-0.286	0.017	97.01	23	0.00	2371	896
	7	17.1	16.3-18.0	6.9	4.8-9.0	-5.441	0.317	0.689	-0.038	0.002	11.74	19	0.90	294	144
	8	17.4	16.5-18.2	9.6	7.0-12.1	-3.980	0.229	0.286	-0.015	0.001	88.81	21	0.00	1155	999
	9	17.4	16.6-18.2	5.1	3.8-6.3	-7.568	0.435	0.876	-0.047	0.003	59.54	20	0.00	469	325

	10	17.8	16.5-19.1	5.2	3.2-7.1	-7.567	0.425	2.212	-0.113	0.006	12.17	18	0.84	94	40
	11	18.1	15.9-20.3	10.1	4.2-15.9	-3.944	0.218	1.341	-0.068	0.004	79.88	17	0.00	258	204
	<i>F</i>	<b>17.5</b>	<b>17.3-17.7</b>	<b>5.7</b>	<b>5.3-6.1</b>	<b>-7.309</b>	<b>0.426</b>	<b>21.479</b>	<b>-1.337</b>	<b>0.084</b>	<b>17.00</b>	<b>17</b>	<b>0.00</b>		
<b>44T150</b>	1	18.1	17.2-19.0	5.1	3.1-7.1	-7.768	0.429	2.086	-0.114	0.006	16.3	17	0.50	76	80
	2	17.2	15.9-18.5	3.8	2.1-5.4	-9.988	0.581	4.948	-0.262	0.014	10.9	14	0.69	84	23
	3	18.0	16.1-19.9	3.0	0.1-5.9	-13.369	0.742	32.045	-1.736	0.095	7.2	7	0.41	11	10
	4	18.2	16.9-19.5	7.1	3.8-10.4	-5.587	0.308	1.517	-0.081	0.005	109.4	15	0.00	511	513
	5	18.4	17.9-18.9	4.0	3.1-4.9	-10.095	0.549	1.258	-0.065	0.003	48.9	18	0.00	705	414
	6	19.1	18.2-20.1	7.2	4.9-9.5	-5.685	0.307	0.784	-0.041	0.002	93.7	19	0.00	603	753
	7	19.1	18.5-19.8	3.9	2.7-5.0	-10.904	0.570	2.428	-0.129	0.007	14.2	20	0.82	85	134
	8	19.7	18.4-20.9	6.9	4.4-9.4	-6.293	0.320	0.989	-0.054	0.003	166.8	17	0.00	474	1020
	9	19.2	16.9-21.5	10.5	5.2-15.9	-4.002	0.208	0.728	-0.042	0.003	145.9	19	0.00	387	739
	10	18.0	17.4-18.7	2.2	1.5-3.0	-17.775	0.986	6.822	-0.403	0.024	10.6	17	0.88	48	203
	11	19.4	17.7-21.1	9.8	5.5-14.1	-4.354	0.224	0.804	-0.041	0.002	14.8	18	0.68	70	84
	<i>F</i>	<b>18.6</b>	<b>18.5-18.7</b>	<b>5.1</b>	<b>4.7-5.5</b>	<b>-8.040</b>	<b>0.438</b>	<b>9.165</b>	<b>-0.488</b>	<b>0.026</b>	<b>17.00</b>	<b>17</b>	<b>0.00</b>		
<b>40T165</b>	1	16.5	15.8-17.2	8.5	6.1-10.9	-4.266	0.259	0.352	-0.020	0.001	329.9	19	0.00	5487	4697
	2	18.0	17.0-19.0	12.4	7.9-17.0	-3.181	0.177	0.295	-0.016	0.001	119.8	17	0.00	2014	2142
	3	18.5	17.7-19.3	6.9	4.7-9.1	-5.844	0.317	0.738	-0.040	0.002	98.6	17	0.00	927	1088
	4	18.1	17.7-18.5	5.4	4.4-6.5	-7.303	0.404	0.467	-0.025	0.001	23.2	15	0.08	391	346
	5	16.5	16.1-16.8	4.3	3.6-5.0	-8.398	0.510	0.475	-0.027	0.002	24.2	15	0.06	634	331
	6	17.3	16.0-18.6	5.0	2.1-7.9	-7.640	0.441	4.499	-0.253	0.014	8.3	13	0.83	40	37
	7	15.7	14.9-16.6	5.0	3.7-6.3	-6.876	0.437	0.688	-0.044	0.003	23.0	16	0.11	110	136
	8	17.0	15.7-18.4	11.6	6.1-17.2	-3.217	0.189	0.603	-0.033	0.002	83.3	18	0.00	779	655
	9	16.3	15.8-16.9	5.7	4.3-7.1	-6.280	0.385	0.553	-0.032	0.002	85.0	18	0.00	1417	1053
	10	17.8	16.8-18.8	4.4	2.6-6.2	-8.915	0.501	3.061	-0.169	0.010	10.0	15	0.82	60	56
	11	16.5	15.5-17.5	5.8	3.8-7.7	-6.263	0.380	1.121	-0.063	0.004	51.2	18	0.00	305	208
	<i>F</i>	<b>17.1</b>	<b>16.9-17.3</b>	<b>6.0</b>	<b>5.7-6.3</b>	<b>-5.938</b>	<b>0.345</b>	<b>2.915</b>	<b>-0.166</b>	<b>0.010</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>0.00</b>		

$L_{50}$ : 50% retention length (mm); CI: confidence interval; SR: selection range; v<sub>1</sub> and v<sub>2</sub>: regression parameters; dof: degree of freedom; R: variance matrix measuring the within-haul variation; NCd: Number of specimens in Codend; NCv: Number of specimens in Cover

**Table 5.** Explanatory variables affected on selectivity parameters

Parameters	Estimate	SD	t-value	dof	p-value
<b>P. longirostris</b>					
Mesh ( $L_{50}$ )	-16.053	1.418	-11.331	35	0.000
Mesh (SR)	-4.565	1.543	-2.958	35	0.006
Codend species catch ( $L_{50}$ )	-0.000	0.000	-2.317	35	0.027
Duration ( $L_{50}$ )	0.020	0.007	2.777	35	0.009
Circumference ( $L_{50}$ )	15.293	1.224	12.492	35	0.000
Circumference (SR)	5.142	0.691	7.442	35	0.000

$L_{50}$ : 50% retention length, SR: selection range, SD: standart deviation; dof: degree of freedom

**Table 6.** Total number of horse mackerel specimens, captured and escaped percentage and their minimum and maximum sizes in codends

Total number of specimens	Captured (%)	Size ranges (mm)		Above MLS (%)	Escaped (%)	Size ranges (mm)		Above MLS (%)
		Min	Max			Min	Max	
44T300	1365	67.4	13.5	100	32.6	11.5	21.5	98.0
44T150	2367	55.3	13.5	100	44.7	5	20	99.1
40T165	9830	65.0	12.5	99.7	35.0	10	20	99.2

Thirty valid hauls provided data to obtain selection curves for all codends. Selectivity estimates for individuals and mean curves (according to Fryer, 1991) of horse mackerel are given in Table 7 and Figure 2. The mean  $L_{50}$  values for 44T300, 44T150 and 40T165 were 16.4, 17.1 and 14.8 cm, respectively. SR values of these three codends were 2.7, 3.4 and 2.5 cm, respectively. Inspection of the fit statistics (p-value and model

deviance vs. df) indicated that there were no problems using a logit curve to describe the selection data for any haul ( $p>0.05$ ), except for hauls no. 5, 6 and 10 for 44T150, and no. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9 and 11 for 44T165. There were significant differences between  $L_{50}$  values of 40T165 and the other two codends ( $p<0.05$ ). Explanatory variables which affect on selectivity parameters are given in Table 8.

**Table 7.** Estimated selectivity parameters of individual and mean hauls (according to Fryer, 1991) for horse mackerel in 44T300, 44T150 and 40T165

Codends	H.N	$L_{50}$	CI low- CI high	SR	CI low- CI high	$v_1$	$v_2$	$R_{11}$	$R_{12}$	$R_{22}$	deviance	dof	p value	NCd	NCv
44T300	1	15.2	14.5-16.0	1.6	0.7-2.5	-21.271	1.398	37.867	-2.344	0.146	7.08	18	0.99	170	11
	2	16.9	14.7-19.2	3.7	0.4-7.1	-0.954	0.588	14.070	-0.907	0.059	11.91	14	0.61	8	24
	3	16.1	12.8-19.5	2.9	-1.1-7.0	-12.044	0.748	41.922	-2.774	0.187	5.51	7	0.60	3	9
	4	16.6	15.6-17.6	4.5	2.7-6.4	-8.077	0.487	2.971	-0.164	0.009	19.96	23	0.65	113	49
	5	13.3	10.7-15.8	4.1	1.6-6.6	-7.042	0.531	7.020	-0.405	0.024	14.59	21	0.84	192	16
	6	10.4	5.1-15.6	13.2	0.9-25.4	-1.731	0.167	1.326	-0.083	0.005	22.77	14	0.06	316	124
	7	18.8	18.1-19.5	2.7	1.8-3.6	-15.486	0.823	5.361	-0.304	0.017	24.01	15	0.07	48	159
	8	17.9	17.2-18.5	2.9	1.7-4.1	-13.553	0.759	7.511	-0.419	0.024	10.46	25	1.00	62	46
	9	16.1	12.6-19.7	5.8	-7.9-19.6	-6.066	0.376	34.868	-2.134	0.132	6.71	6	0.35	8	7
	F	<b>16.4</b>	<b>16.0-16.8</b>	<b>2.7</b>	<b>2.5-2.9</b>	<b>-8.785</b>	<b>0.536</b>	<b>16.607</b>	<b>-0.779</b>	<b>0.038</b>		<b>13</b>	<b>0.00</b>		
44T150	1	17.2	14.6-19.9	0.9	-0.9-2.7	-41.512	2.407	1005.21	-62.892	3.938	3.07	7	0.88	1	55
	2	19.0	18.3-19.7	3.7	2.8-4.7	-11.205	0.589	1.503	-0.088	0.005	32.44	25	0.15	112	341
	3	17.9	17.3-18.5	3.4	2.2-4.7	-11.457	0.640	3.570	-0.204	0.012	15.82	18	0.61	81	107
	4	15.8	14.9-16.7	4.9	2.4-7.5	-7.011	0.444	3.288	-0.195	0.012	17.43	16	0.36	134	79
	5	19.6	18.6-20.7	3.7	2.2-5.2	-11.661	0.593	4.183	-0.233	0.013	32.52	20	0.04	69	234
	6	13.6	11.7-15.5	4.2	1.7-6.6	-7.138	0.525	5.993	-0.359	0.022	47.16	18	0.00	510	81
	7	14.6	13.3-16.0	3.7	2.0-5.4	-8.623	0.590	4.903	-0.284	0.017	29.06	18	0.05	324	54
	8	17.9	16.6-19.2	5.8	2.1-9.5	-6.779	0.378	3.897	-0.226	0.013	11.37	17	0.84	47	63
	9	17.1	15.7-18.5	3.8	0.4-7.1	-9.917	0.581	15.573	-0.947	0.058	9.86	15	0.83	22	26
	10	16.8	14.3-19.4	2.7	-2.3-7.7	-12.682	0.813	102.155	-6.385	0.401	15.25	7	0.03	9	18
40T165	F	<b>17.1</b>	<b>16.7-17.5</b>	<b>3.4</b>	<b>3.2-3.6</b>	<b>-9.415</b>	<b>0.541</b>	<b>2.862</b>	<b>-0.055</b>	<b>0.001</b>		<b>15</b>	<b>0.00</b>		
	1	14.2	13.6-14.7	3.1	2.1-4.1	-10.050	0.710	2.809	-0.181	0.012	43.0	16	0.00	953	288
	2	15.6	15.1-16.1	1.8	0.1-2.5	-19.352	1.238	12.648	-0.811	0.052	155.7	19	0.00	685	375
	3	15.9	15.6-16.2	1.8	1.3-2.4	-19.178	1.206	8.137	-0.511	0.032	18.7	18	0.41	150	90
	4	16.7	16.4-17.0	1.3	0.9-1.6	-28.753	1.722	13.927	-0.866	0.054	47.3	19	0.00	188	524
	5	15.2	14.7-15.7	2.9	1.4-4.4	-11.625	0.765	7.101	-0.476	0.032	56.0	11	0.00	385	496
	6	14.9	14.4-15.3	2.5	1.4-3.6	-13.239	0.891	8.214	-0.534	0.035	33.6	13	0.00	272	155
	7	14.8	14.3-15.3	3.4	2.1-4.6	-9.667	0.654	3.014	-0.197	0.013	20.4	16	0.20	143	87
	8	14.6	14.0-15.1	3.0	1.8-4.1	-10.855	0.744	4.616	-0.297	0.019	71.7	14	0.00	1033	406
	9	14.3	13.9-14.8	2.6	1.7-3.6	-11.961	0.835	4.654	-0.309	0.021	97.4	14	0.00	1374	619
	10	12.3	10.3-14.2	3.6	1.3-5.9	-7.491	0.610	7.513	-0.495	0.033	15.3	13	0.29	230	33
	11	14.1	13.6-14.6	3.0	1.9-4.0	-10.421	0.740	3.600	-0.239	0.016	76.7	19	0.00	975	369
	F	<b>14.8</b>	<b>14.6-15.0</b>	<b>2.5</b>	<b>2.4-2.6</b>	<b>-13.328</b>	<b>0.793</b>	<b>30.492</b>	<b>-1.628</b>	<b>0.087</b>		<b>17</b>	<b>0.00</b>		

$L_{50}$ : 50% retention length (mm); CI: confidence interval; SR: selection range;  $v_1$  and  $v_2$ : regression parameters; dof: degree of freedom; R: variance matrix measuring the within-haul variation; NCd: Number of specimens in Codend; NCv: Number of specimens in Cover

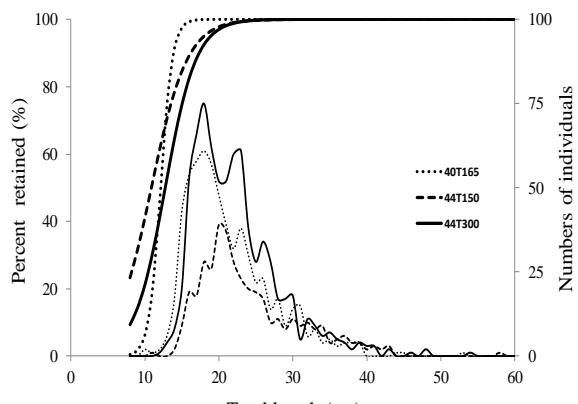
**Table 8.** Explanatory variables affected on selectivity parameters

Alpha parameters	Estimate	SD	t-value	dof	p-value
<b>T. trachurus</b>					
Codend catch (SR)	0.000	0.000	10.661	32	0.000
Codend species catch ( $L_{50}$ )	-0.000	0.000	-2.230	32	0.033
Duration ( $L_{50}$ )	0.099	0.005	18.795	32	0.000

#### European hake (*Merluccius merluccius* Linneaus, 1758)

A total number of 1978 European hake were caught. While 93.5% (1850) specimens retained, 6.5% (128) was escaped. Total number of specimens, captured and escaped percentage and their minimum and maximum sizes in codends are given in Table 9. Length-frequency distributions show their size ranges as 10 to 58 cm for all tested codends. A total of 60.5, 59.6 and 74.0% of the specimens were found above MLS in the 44T300, 44T150 and 40T165 codend, respectively (20 cm, [Anonymous, 2016](#)).

For European hake the data structure did not allow for a haul-by-haul analysis, but selection curves could be estimated for all codends based on pooled data. Selectivity estimates for pooled mean curves of European hake are given in Table 10 and Fig 3. The pooled  $L_{50}$  values and SR in 44T300, 44T150 and 40T165 were 12.8 and 4.6 cm; 13.2 and 4.0 cm; and 12.1 and 1.7 cm, respectively. The likelihood ratio test results showed that there was no significant difference between codends.



**Figure 3.** Mean selection curves for European hake based on pooled data with observed retention in the three codends. Thin lines correspond to length frequency in codends. Y-axis left: percentage retained for the selection curves of: a; 44T300, 44T150. Y-axis right: normalized length-frequency distribution.

**Table 9.** Total number of European hake specimens, captured and escaped percentage and their minimum and maximum sizes in codends

	Total number of specimens	Captured (%)	Size ranges (mm)		Above MLS (%)	Escaped (%)	Size ranges (mm)		Above (%)	MLS
			Min	Max			Min	Max		
44T300	837	94.0	12	48	59.6	6.0	15	19	0	
44T150	413	95.9	11	58	74.0	4.1	15	19	0	
40T165	728	91.6	10	63	53.1	8.4	8	16	0	

**Table 10.** Estimated selectivity parameters of pooled and stacked for European hake in 44T300, 44T150 and 40T165.

C	L <sub>50</sub>	CI low-high	SR	CI Low-high	v <sub>1</sub>	v <sub>2</sub>	R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>22</sub>	deviance	dof	pvalue	NCd	NCv	
44T300	P	12.8	12.3-13.3	4.6	4.2-5.0	-6.115	0.479	0.529	-0.463	0.506	27.64	31	0.64	787	50
44T150	P	13.2	12.6-13.8	4.0	3.5-4.5	-7.243	0.547	4.638	-0.268	0.016	11.39	30	0.99	396	17
40T165	P	12.1	12.1-12.2	1.7	1.6-1.8	-15.385	1.267	0.076	-0.018	0.051	6.88	33	1.00	667	61

C= Codends L<sub>50</sub>= fifty percent retention length, CI= confidence interval, SR= selection range; v<sub>1</sub> and v<sub>2</sub> regression parameters, R<sub>11</sub>, R<sub>12</sub> and R<sub>22</sub>= variance matrix values, dof= degree of freedom

## DISCUSSION

This study presents selectivity of three turned mesh codends in the Aegean Sea demersal trawl fishery. To deal with the multi-species characteristics of this fishery, the investigation focused on the main three commercial species (*P. longirostris*, *T. trachurus* and *M. merluccius*) of this area. T90 selectivity results for hake first time determined in the study.

There were many selectivity studies carried out with 40 mm diamond (Özbilgin et al., 2005, 2012; Kaykaç et al., 2009), 44 mm diamond (Aydin et al., 2009; Lucchetti, 2008; Sala et al., 2008; Aydin and Tosunoğlu, 2010) and 40 mm square mesh codends (Guijaro and Massuti, 2006; Lucchetti, 2008; Tosunoğlu et al., 2008b; Deval et al., 2009; Aydin and Tokaç, 2015) for three investigated species (Table 11). Some of these studies have been indicated that the selectivity of 40 mm diamond mesh codend are rather poor (Tokaç et al., 1998; Tokaç et al., 2004, 2010; Özbilgin et al., 2012; Aydin et al., 2011). Wienbeck et al. (2011) reported that both turning the netting direction 90° and halving the number of meshes around codend circumferences had an important and positive effect on the size selection of cod. Thus, we tested T90 codends instead of 40 and 44 mm diamond mesh codends. Among our three codends, the highest results were obtained from 44T150, in which both factors were applied together.

In order to increase rose shrimp selectivity, many studies have been carried out with different mesh sizes in the range of 39-60 mm (Guijaro and Massuti, 2006; Deval et al., 2006, 2009; Sala et al., 2008). However, T90 codend was used in just two studies for rose shrimp in Mediterranean. One of these studies, Aydin and Tokaç (2015) were estimated L<sub>50</sub> value of 14.8±0.1 mm for deepwater rose shrimp with 40 mm turned mesh with

330 meshes on its circumference. This value was lower than our findings especially 40T165 coded which is same mesh size with theirs. This difference could be the number of meshes around codend circumference because it is well known that decreasing number of meshes around codend, increase the L<sub>50</sub> values. On the other hand Deval et al. (2016) investigated the selectivity of an experimental 50 mm diamond (T0) and 90° turned mesh (T90) codends, the researchers reported L<sub>50</sub> value 21.4 and 22.6 mm for *P. longirostris*, respectively. These results are higher than our findings due to the using large meshes. L<sub>50</sub> value obtained in their study present a statistically significant increase with a change in the same mesh size codens from T0 to T90 for four commercial shrimp species including *P. longirostris*.

Sala et al. (2008) also reported that mesh configuration affect L<sub>50</sub> values of rose shrimp. Guijaro and Massuti (2006) obtained in the Western Mediterranean an increase the L<sub>50</sub> value for rose shrimp from 17.2 to 20.6 mm with a change in mesh configuration from 40 mm diamond to 40 mm square. Deval et al. (2009), using 40 mm square mesh codend found the same L<sub>50</sub> value (18.6 mm) as our results of 44T150 codend. The results of this study show that 44T150 codend better than the others, but none of them was adequate for the 20 mm MLS of deepwater rose shrimp. On the other hand, there is no MLS regulation in TFR. However, Manaşlı and Avşar (2008) and Dereli (2010) studied on 50% maturity size of the *P. longirostris*, first maturity size (CL<sub>M50</sub>) of female deepwater rose shrimps were found as 18.2 mm and 24.56 mm, respectively. Dereli (2010) also estimated CL<sub>M50</sub> of male shrimp as 12.9 mm. Given by the results MLS regulation will be implemented by the TFR for the sustainable fishery of the rose shrimp.

**Table 11.** Some of the selectivity studies in Mediterranean demersal trawl fisheries

Species	References	EsM	Area	MSh	MS	CC	L <sub>50</sub>	SR
<i>P. longirostris</i>	Guijaro and Massuti, (2006)	P	WM	S	40	180	20.2	2.1
	Aydin et al. (2009)	F	EM	D	44	400	12.0	4.0
	Aydin and Tosunoğlu, (2009)	F	EM	S	40	200	16.7	6.5
	Deval et al. (2009)	F	EM	H	40	200	17.4	6.2
		P	EM	S	40	100	18.6	6.0
		P	EM	D	44	200	16.6	4.4
	Kaykaç et. al. (2009)	F	EM	D	40	300	14.5	5.6

		F	EM	D	48	275	16.1	6.5
	Aydin et al. (2014)	F	EM	S	40	150	16.3	4.3
		P	EM	D	44	*50	16.3	6.7
		P	EM	D	44	*215	16.8	6.9
	Aydin and Tokaç, (2015)	F	EM	S	40	165	15.5	5.4
		F	EM	T90	40	330	14.8	7.4
	Deval et al. (2016)	F	EM	D	50	300	21.4	9.3
		F	EM	T90	50	300	22.6	8.3
	Present study	F	EM	T90	44	300	17.5	5.7
		F	EM	T90	44	150	18.6	5.1
		F	EM	T90	40	165	17.1	6.0
<i>T. trachurus</i>	Tosunoğlu et al. (2008a)	F	EM	D	50	400	15.6	5.5
	Aydin and Tosunoğlu, (2010)	F	EM	D	44	400	14.7	4.6
		F	EM	S	40	200	15.9	5.6
		F	EM	H	40	200	17.1	5.0
	Aydin et al. (2014)	F	EM	D	44	*50	16.3	5.5
		F	EM	D	44	*215	16.7	6.2
	Dereli and Aydin, (2016)	F	EM	D	44	300	16.2	3.1
		F	EM	D	50	264	14.2	4.2
		F	EM	S	40	165	15.3	3.2
		F	EM	T90	40	330	17.1	2.1
	Present study	F	EM	T90	44	300	16.4	5.7
		F	EM	T90	44	150	17.1	5.1
		F	EM	T90	40	165	14.8	6.0
<i>M. merluccius</i>	Özbilgin et al. (2005)	F	EM	D	40	100	14.3	3.4
	Bahamon et al. (2006)	P	NWM	D	40	230	10.1	3.1
		P	NWM	S	40	140	16.0	3.2
	Guijaro and Massuti, (2006)	P	WM	D	40		11.6	3.1
		P	WM	S	40	180	15.3	2.2
	Lucchetti, (2008)	F	CM	S	40	310	13.0	3.7
	Tosunoğlu et al. (2008a)	F	EM	D	50	400	11.4	4.1
	Aydin and Tosunoğlu, (2010)	F	EM	D	44	400	10.4	3.1
		F	EM	S	40	200	14.4	4.8
		F	EM	H	40	200	11.0	4.3
	Sala and Lucchetti, (2011)	F	CM	D	48	280	11.5	5.6
		F	CM	D	56	240	16.3	7.8
	Özbilgin et al. (2012)	F	EM	D	40	300	10.5	3.8
		F	EM	D	48	275	12.8	3.7
		F	EM	S	40	150	15.2	4.7
	Aydin et al. (2014)	P	EM	D	44	*50	9.7	7.2
		P	EM	D	44	*215	10.4	4.2
	Dereli and Aydin, (2016)	F	EM	D	44	300	12.3	1.6
		F	EM	D	50	264	14.4	6.3
		F	EM	S	40	165	14.3	3.4
	Present study	P	EM	T90	44	300	12.8	4.6
		P	EM	T90	44	150	13.2	4.0
		P	EM	T90	40	165	12.1	1.7

NWM, North western;-WM, western;-EM, eastern;- CM, central Mediterranean; EsM, method for estimation of selectivity (F, Fryer's; P, pooled); MSh, mesh shape (D, diamond-; S, square-; H, hexagonal-; T90, 90° turned mesh); MS, mesh size; L<sub>50</sub>, mean value of retention length at 50%; SR, selection range

To the best of our knowledge, there is only one study about T90 turned mesh codends for horse mackerel in the Aegean Sea (Dereli and Aydin, 2016). Among three different mesh configurations, the highest L<sub>50</sub> value (17.1 cm) for horse mackerel was obtained from T90 codend by researchers. Although their T90 codend has both smaller mesh size and wider codend than our 44T300 codend, L<sub>50</sub> values were obtained equal. Our results of 44 mm turned mesh codends are higher than 44 mm diamond mesh codends given by same fishing grounds (Aydin and Tosunoğlu, 2010). They are estimated a L<sub>50</sub> value of 14.7 cm for the 44 mm diamond mesh with 400 meshes around codend circumference. This value (14.7 cm) is close to just our 40 mm turned mesh codend. This closeness may be resulted of using narrower codend in our study according to the other. Morphological and behavioural characters may also explain the higher L<sub>50</sub> values for *T.*

*trachurus*. Tosunoğlu et al., (2008a) indicate that most horse mackerel individuals showed continuous stronger swimming ability in the belly section of the trawl until the trawl was hauled up. For this reason, L<sub>50</sub> values of the codend for mackerel is 20% higher than the MLS (13 cm), thus allowing for the escapement of most of the juveniles.

Studies that carried out different mesh shape, size and material, ranging from 28 to 70 mm mesh size in Mediterranean (Özbilgin et al., 2005, 2012; Guijaro and Massuti, 2006; Lucchetti, 2008; Tosunoğlu et al., 2008a; Aydin and Tosunoğlu, 2010) for hake. However, due to the differences in the mesh size and material, mesh configuration and number of meshes at the codend circumference, results of most of these studies are not comparable to those found in the existing findings (Tosunoğlu et al., 2008a; Sala and Lucchetti, 2010). Their

results show that the use of larger diamond mesh codend increases the  $L_{50}$  values for *M. merluccius*. Furthermore, the analysis of selectivity presented that square mesh codend positively affected  $L_{50}$  of hake; this codend increased the size of escapement in the Mediterranean (Guíjarro and Massuti, 2006; Ordines et al., 2006; Lucchetti, 2008; Aydin and Tosunoğlu, 2010; Özbilgin et al., 2012; Dereli and Aydin, 2016). But none of them mentioned T90 codends. The present study for the first time presents selectivity parameters of T90 for hake. The results of  $L_{50}$  (13.2 cm) value of the 44T150 codend is higher than the values for 44T150 and 40T165 codends. However, these  $L_{50}$  values are still very low compared to the 20 mm MLS (Anonymous, 2016). On the otherhand, Our 40 mm turned mesh size codend (40T165) selectivity results are higher than those reported by Bahamon et al. (2006), Guíjarro and Massuti (2006) and Tosunoğlu et al. (2008a) who determined  $L_{50}$  values for 40 mm nominal mesh sizes as 10.1 cm, 11.6 cm and 11.4 cm, respectively. From the Table 11, no investigations were adequate release the under 20 cm individuals.

Sala and Lucchetti (2011) reported that the codend circumference plays a role which is as important as mesh size for *M. merluccius*, *M. barbatus* and *Alloteuthis media*. An increase in mesh size from 48 mm to 56 mm could be made futile by an increase in codend circumference of only 13-17%. Tosunoğlu et al. (2008a) and Sala and Lucchetti (2011) also found that selectivity increases with larger mesh size but also decreases with wider codends. These results showed that it is not sufficient to increase selectivity in multi-species fisheries only by setting a minimum mesh size, account must also be taken of the effects of the other factors such as the codend circumference, mesh configuration.

## REFERENCES

- Anonymous 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 p.
- Anonymous (2012). Notification 3/1 Regulating Commercial Fishing (in Turkish). Republic of Turkey, Minister of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Conservation and Inspection, Ankara, 112 pp.
- Anonymous (2016). Notification 4/1 Regulating Commercial Fishing (in Turkish). Republic of Turkey, Minister of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Conservation and Inspection, Ankara, 68 pp.
- Arkley, K. (2008). Reducing drag in towed fishing gear – fishing trials to evaluate the performance of a trawl constructed from T90 ('turned mesh') netting. Final Report, SR595, 37 pp.
- Aydin, C., & Tokaç, A. (2015). Selectivity of 40 mm square and 90° turned-mesh codend for the deepwater rose shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Crustacea) and greater forkbeard, *Phycis blennoides* (Actinopterygii: Gadiformes: Phycidae), in the Eastern Mediterranean. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 45 (4), 353-362. DOI: [10.3750/AIP2015.45.4.03](https://doi.org/10.3750/AIP2015.45.4.03)
- Aydin, C., Tokaç, A., Ulaş, A., Maktay, B., & Sensurat, T. (2011). Selectivity of 40 mm square and 50 mm diamond mesh codends for five species in the Eastern Mediterranean demersal trawl fishery. *African Journal of Biotechnology*, 10(25), 5037-5047. DOI: [10.5897/AJB11.082](https://doi.org/10.5897/AJB11.082)
- Aydin, C., & Tosunoğlu, Z. (2009). Selectivity of square and hexagonal mesh codends for the deep water rose shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda, Penaeidae) in the Aegean Sea. *Crustaceana*, 82(1), 89–98. DOI: [10.1163/156854008x363704](https://doi.org/10.1163/156854008x363704)
- Aydin, C., & Tosunoğlu, Z. (2010). Selectivity of diamond, square and hexagonal mesh codends for Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus*, European hake *Merluccius merluccius*, and greater forkbeard *Phycis blennoides* in the eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(1), 71-77. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2009.01376.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01376.x)
- Aydin, C., Tosunoğlu, Z., & Özbilgin, H. (2009). Selectivity of double and single codends for the deep-water rose shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda, Penaeidae) in the Aegean Sea trawl fishery. *Crustaceana*, 82(2), 233-240. DOI: [10.1163/156854008x380264](https://doi.org/10.1163/156854008x380264)
- Bahamon, N., Sarda, F., & Suuronen, P. (2006). Improvement of trawl selectivity in the NW Mediterranean demersal fishery by using a 40mm square mesh codend. *Fisheries Research*, 81(1), 15-25. DOI: [10.1016/j.fishres.2006.05.020](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.05.020)
- Broadhurst, M. K., & Kennelly, S. J. (1996). Effects of the circumference of codends and a new design of square-mesh panel in reducing unwanted by-catch in the New South Wales oceanic prawn-trawl fishery, Australia. *Fisheries Research*, 27(4), 203-214. DOI: [10.1016/0165-7836\(95\)00469-6](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00469-6)
- Broadhurst, M. K., Millar, R. B., Kennelly, S. J., Macbeth, W. G., Young, D. J., & Gray, C. A. (2004). Selectivity of conventional diamond-and novel square-mesh codends in an Australian estuarine penaeid-trawl

In conclusion, the change from 300 to 150 number of meshes around the codend circumference, increase  $L_{50}$  from 17.5 to 18.6 mm (6.3%) for deepwater rose shrimp, from 16.4 to 17.1 cm (4.3%) for horse mackerel and from 12.8 to 13.2 cm (3.1%) for hake. However, these values no adequate for the MLS of deepwater rose shrimp and European hake. Therefore, an option of reducing the number of meshes around codend circumference with a larger turned mesh should be researched in future studies for obtaining optimal 50% retention length values. It is known that any efforts such as using square mesh, turned mesh codends or halved the number of meshes in the codend to release immatures of some species, is probably to cause the loss of marketable sizes of other species in the Mediterranean. This economical loss of revenues is the essential concern of fishermen that prevents them using alternative codend designs, though such designs are technically applicable. Consequently, the losses of income caused by using T90 mesh codend and halving the number of meshes around codend circumference should also be investigated in future studies.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the captain Hüseyin TÜRKER and crew of the commercial trawler "Efsane G". We would also like to thank George Masser for helpful language revision of the manuscript. We are grateful to the journal editor and two anonymous referees for their valuable contributions. This work is derived from the Phd dissertation of the first author.

- fishery. *Fisheries Research*, 67(2), 183-194.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2003.09.043](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2003.09.043)
- Campos, A., Fonseca, P., & Henriques, V. (2003). Size selectivity for four fish species of the deep groundfish assemblage off the Portuguese southwest coast: evidence of mesh size, mesh configuration and cod end catch effects. *Fisheries research*, 63(2), 213-233.  
DOI: [10.1016/S0165-7836\(03\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00060-2)
- ConStat (1995). CC selectivity. Gronspættevej 10, DK-9800 Hjorring, Denmark.
- Dereli, H. (2010). Sığacık Körfezi'nde dip troll ağları ile yakalan derinsu pembe karidesi (*Parapenaeus longirostris* Lucas, 1846)'nın bazı biyolojik ve populasyon özellikleri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir (in Turkish).
- Dereli, H., & Aydin, C. (2016). Selectivity of Commercial and Alternative Codends for Four Species in the Eastern Mediterranean Demersal Trawl Fishery. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(4), 971-992. DOI: [10.4194/1303-2712-v16\\_4\\_25](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v16_4_25)
- Deval, M. C., Bök, T., Ateş, C., & Özbilgin, H. (2006). Selectivity of PE and PA material cod ends for rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*) in Turkish twin rigged beam trawl fishery. *Fisheries Research*, 81, 72-79.
- Deval, M. C., Bök, T., Ateş, C., Ulutürk, T., & Tosunoğlu, Z. (2009). Comparison of the size selectivity of diamond (PA) and square (PE) mesh codends for deepwater crustacean species in the Antalya Bay, Eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 372-380.
- Deval, M.C., Özgen, G., & Özbilgin, H. (2016). Selectivity of 50 mm T0 and T90 codends for commercial shrimp species in the Turkish deepwater trawl fishery, Eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 32 (6): 1041-1057. DOI: [10.1111/jai.13128](https://doi.org/10.1111/jai.13128)
- Eryaşar, A.R. (2014). Mersin Körfezi dip trollerinde ticari ve alternatif torbaların seçiciliği ve seçicilik izgaralarında balık davranışları. Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Mersin (in Turkish).
- EUROPEAN UNION, 2005. Council Regulation No. 2187/2005 of 21 December 2005, for the conservation of fishery resources through technical measures in the Baltic Sea, the Belts and the Sound, amending Regulation (EC) No. 1434/98 and repealing Regulation (EC) No. 88/98. Official Journal of the European Union L, 349/1.
- Fryer, R.J. (1991). A model of between-haul variation in selectivity. *ICES Journal of Marine Science*, 48(3), 281-290.  
DOI: [10.1093/icesjms/48.3.281](https://doi.org/10.1093/icesjms/48.3.281)
- Gorman, D., & Dixon, C. (2015). Reducing discards in a temperate prawn trawl fishery: a collaborative approach to bycatch research in South Australia. *ICES Journal of Marine Science*, 72(9), 2609-2617.  
DOI: [10.1093/icesjms/fsv147](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv147)
- Guijarro, B., & Massuti, E. (2006). Selectivity of diamond-and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science*, 63(1), 52-67.  
DOI: [10.1016/j.icesjms.2005.08.011](https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.08.011)
- Hansen, U.J. (2004). Performance of a trawl made from 90° turned netting (T90) compared with that of traditional codends. Gdynia: ICES Fishing Technology and Fish Behaviour Working Group Meeting.
- Herrmann, B., Priour, D., & Krag, L. A. (2007). Simulation-based study of the combined effect on cod-end size selection of turning meshes by 90 and reducing the number of meshes in the circumference for round fish. *Fisheries Research*, 84(2), 222-232.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2006.10.020](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.10.020)
- Herrmann, B., Wienbeck, H., Moderhak, W., Stepputtis, D., & Krag, L. A. (2013). The influence of twine thickness, twine number and netting orientation on codend selectivity. *Fisheries research*, 145, 22-36.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.03.002)
- İlkyaz, A. T., Şensurat, T., Dereli, H., & Aydin, C. (2017). Codends Selectivity for Bogue (*Boops boops* L., 1758) in the Eastern Mediterranean Demersal Trawl Fishery. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(4), 673-680. DOI: [10.4194/1303-2712-v17\\_4\\_03](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_4_03)
- Kaykaç, M. H. (2005). Geleneksel dip trol ağında torba ağ göz açılımını artırmaya yönelik çalışmaları. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 128 s, İzmir (in Turkish).
- Kaykaç, H., Tokaç, A., & Özbilgin, H. (2009). Selectivity of commercial, larger mesh and square mesh trawl codends for deep water rose shrimp *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, 73(3), 597-604.
- Lök, A., Tokaç, A., Tosunoğlu, Z., Metin, C., & Ferro, R. S. T. (1997). The effects of different cod-end design on bottom trawl selectivity in Turkish fisheries of the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 32(2), 149-156.  
DOI: [10.1016/S0165-7836\(97\)00048-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(97)00048-9)
- Lucchetti, A. (2008). Comparison of diamond- and square-mesh codends in the hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) trawl fishery of the Adriatic Sea (central Mediterranean). *Sci. Mar.*, 72: 451-460.  
DOI: [10.3989/scimar.2008.72n3451](https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72n3451)
- Madsen, N. (2007). Selectivity of fishing gears used in the Baltic Sea cod fishery. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 17(4), 517-544.  
DOI: [10.1007/s11160-007-9053-y](https://doi.org/10.1007/s11160-007-9053-y)
- Madsen, N., Hansen, K., & Madsen, N. A. (2015). Behavior of different trawl codend concepts. *Ocean Engineering*, 108, 571-577.  
DOI: [10.1016/j.oceaneng.2015.08.047](https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.08.047)
- Madsen, N., Herrmann, B., Frandsen, R. P., & Krag, L. A. (2012). Comparing selectivity of a standard and turned mesh T90 codend during towing and haul-back. *Aquatic Living Resources*, 25(3), 231-240.  
DOI: [10.1051/alr/2012021](https://doi.org/10.1051/alr/2012021)
- Manaklı, M., & Avşar, D. (2008). Reproductive biology of female *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) (Decapoda, Caridea) in Babadillimanı Bight in the northeastern Mediterranean. *Crustaceana*, 81: 289-298.
- McCullagh, P., & Nelder, J. A. (1989). Generalized linear models, 2nd edn. London: Chapman and Hall. 511 pp.
- Moderhak, W. (1997). Determination of selectivity of cod codends made of turned through 90°. *Bulletin of the Sea Fisheries Institute*, Gdynia, 1(140):4-14.
- Ordines, F., Massuti, E., Guijarro, B., & Mas, R. (2006). Diamond vs. square mesh codend in a multi-species trawl fishery of the western Mediterranean: effects on catch composition, yield, size selectivity and discards. *Aquatic Living Resources*, 19(4), 329-338.
- 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(1), 51-59.  
DOI: [10.1111/j.1439-0426.2011.01916.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01916.x)
- Özbilgin, H., Tosunoğlu, Z., Aydin, 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(4), 967-973.
- Reeves, S. A., Armstrong, D. W., Fryer, R. J., & Coull, K. A. (1992). The effects of mesh size, cod-end extension length and cod-end diameter on the selectivity of Scottish trawls and seines. *ICES Journal of Marine Science*, 49(3), 279-288. DOI: [10.1093/icesjms/49.3.279](https://doi.org/10.1093/icesjms/49.3.279)
- Sala, A., & Lucchetti, A. (2010). The effect of mesh configuration and codend circumference on selectivity in the Mediterranean trawl Nephrops fishery. *Fisheries Research*, 103: 63-72.
- Sala, A., & Lucchetti, A. (2011). Effect of mesh size and codend circumference on selectivity in the Mediterranean demersal trawl fisheries. *Fisheries Research*, 110(2), 252-258. DOI: [10.1016/j.fishres.2011.04.012](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.04.012)
- Sala, A., Lucchetti, 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)
- Stepputtis, D., Santos, J., Herrmann, B., & Mieske, B. (2016). Broadening the horizon of size selectivity in trawl gears. *Fisheries Research*, 184, 18-25.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2015.08.030](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2015.08.030)
- Stewart, P. A. (2002). A review of studies of fishing gear selectivity in the Mediterranean. FAO COPEMED Report No. 9, Rome, Italy, 57 pp.

- Şensurat, T. (2015). Dip trol ağlarında Derinsu pembe karidesi (*Parapenaeus longirostris*), bakalyaro (*Merluccius merluccius*) ve istavrit (*Trachurus trachurus*)in 90° döndürülmüş torba seçiciliği. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum (in Turkish).
- Tokaç, A., Herrmann, B., Aydin, C., Kaykac, H., Ünlüler, A., & Gökce, G. (2014). Predictive models and comparison of the selectivity of standard (T0) and turned mesh (T90) codends for three species in the Eastern Mediterranean. *Fisheries Research*, 150, 76-88.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2013.10.015](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.10.015)
- Tokaç, A., Lök, A., Tosunoğlu, Z., Metin, C., & Ferro, R.S.T. (1998). Cod-end selectivities of a modified bottom trawl for three fish species in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 39(1), 17-31.  
DOI: [10.1016/S0165-7836\(98\)00172-6](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00172-6).
- 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(3), 403-409.  
DOI: [10.1111/j.1439-0426.2009.01379.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01379.x)
- Tokaç, A., Özbilgin, H., & Tosunoğlu, Z. (2004). Effect of PA and PE material on codend selectivity in Turkish bottom trawl. *Fisheries Research*, 67(3), 317-327. DOI: [10.1016/j.fishres.2003.10.001](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2003.10.001)
- Tosunoğlu, Z., Aydin, C., & Özaydın, O. (2008). Selectivity of a 50-mm diamond mesh knotless polyethylene codend for commercially important fish species in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 24(3), 311-315. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2008.01067.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01067.x)
- Tosunoğlu, Z., Aydin, C., Saygı, H., Soykan O., Dereli, H., Leblebici, S., Hepkafadar, O., & Maktay, B. (2008b). Dip Trol Ağlarında farklı torba tasarımları ile ticari türlerde boy seçiciliğinin geliştirilmesi. Ege Üniversitesi BAP Proje Final Raporu, 2007/BIL/004, İzmir (in Turkish)
- Tosunoğlu, Z., Doganyilmaz Özbilgin, Y., & Özbilgin, H. (2003). Body shape and trawl cod end selectivity for nine commercial fish species. *Journal of Marine Biology Association of the UK*, 83, 1309-1313.  
DOI: [10.1017/S0025315403008737](https://doi.org/10.1017/S0025315403008737)
- Wienbeck, H., Herrmann, B., Fee kings, J. P., Stepputtis, D., & Moderhak, W. (2014). A comparative analysis of legislated and modified Baltic Sea trawl codends for simultaneously improving the size selection of cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Pleuronectes platessa*). *Fisheries Research*, 150, 28-37. DOI: [10.1016/j.fishres.2013.10.007](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.10.007)
- Wienbeck, H., Herrmann, B., Moderhak, W., & Stepputtis, D. (2011). Effect of netting direction and number of meshes around on size selection in the codend for Baltic cod (*Gadus morhua*). *Fisheries Research*, 109(1), 80-88. DOI: [10.1016/j.fishres.2011.01.019](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.01.019)
- Wileman, D., 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 pp.

## Farklı besin ortamının ve farklı ışık yolu uzunluğunun *Chlorella vulgaris* kültüründe etkisi

### The effect of different growth medium and different light path length on the culture of *Chlorella vulgaris*

Yaşar Durmaz\*  • Gülçin Temli 

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Turkey

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

Received date: 01.02.2018

Accepted date: 29.03.2018

#### How to cite this paper:

Durmaz, Y. & Temli, G. (2018). The effect of different growth medium and different light path length on the culture of *Chlorella vulgaris*. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 169-174. DOI:10.12714/egefjas.2018.35.2.09

**Öz:** Bu çalışmada *Chlorella vulgaris* kültürlerinde farklı ortamların ve farklı ışık yolu uzunluğuna sahip olan panel fotobioreaktörlerin etkileri incelenmiştir. Jaworski besin ortamında hızlı bir hücre artışı tespit edilmiştir ( $60,8 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ ). F/2 besin ortamında ise 11. gününe hücre sayısı  $1,37 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$  olarak kayıtlıdır. Jaworski ve F/2 besin ortamlarında yetişen kültürlerin kuru ağırlık değeri 11. gün sonunda  $0,46 \text{ gL}^{-1}$ ,  $0,13 \text{ gL}^{-1}$  olarak ölçülüdür. Cam panel biyoreaktör denemelerinde en yüksek hücre sayısı 31. gündede 1 cm ışık yolu uzunluğuna sahip biyoreaktörde ulaşılmıştır ( $230 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ ). Fakat 3 cm ve 5 cm ışık yolu sahip biyoreaktörlerde ise en yüksek hücre sayısı 11. gününe  $90 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. 1, 3 ve 5 cm ışık yolu uzunluğuna sahip biyoreaktörlerde maksimum kuru ağırlık değerleri ise sırasıyla  $3,6 \text{ gL}^{-1}$ ,  $2,8 \text{ gL}^{-1}$  ve  $2,4 \text{ gL}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Panellerde yapılan *Chlorella vulgaris* kültürlerin klorofil a değerleri zamanla düşüşü tespit edilmiştir. Aynı zamanda yapılan denemede büyümeye oranları ile klorofil a değerlerinin ters orantılı olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Chlorella vulgaris*, mikroalg, ışık, ışık yolu uzunluğu, besin ortamı, pigment

**Abstract:** In this study, the effects of panel photobioreactors with different nutrient mediums and different light path lengths on *Chlorella vulgaris* cultures were investigated. Rapid cell growth was detected in the Jaworski nutrient medium ( $60,8 \times 10^6$  cells  $\text{mL}^{-1}$ ). In the F / 2 nutrient medium, the cell number was recorded as  $1,37 \times 10^6$  cells  $\text{mL}^{-1}$  on the 11<sup>th</sup> day. Dry weight of cultures grown in Jaworski and F / 2 nutrient media were measured as  $0,46 \text{ gL}^{-1}$  and  $0,13 \text{ gL}^{-1}$  at the end of 11 days, respectively. At the experiments in glass panel bioreactor, the highest cell number was found on the 31<sup>st</sup> day ( $230 \times 10^6$  cells  $\text{mL}^{-1}$ ) in a bioreactor with 1 cm light path length. Whereas, the highest cell numbers was found as  $90 \times 10^6$  cells  $\text{mL}^{-1}$  in glass panel bioreactors with 3 cm and 5 cm light path length. The maximum dry weights for bioreactors with 1, 3 and 5 cm light path lengths were determined as  $3,6 \text{ gL}^{-1}$ ,  $2,8 \text{ gL}^{-1}$  and  $2,4 \text{ gL}^{-1}$ , respectively. It was also determined that chlorophyll a values of *Chlorella vulgaris* on the panels bioreactors decreased over time. Moreover, the inversely proportion between growth rates and the chlorophyll-a values was observed.

**Keywords:** *Chlorella vulgaris*, microalgae, light, light path length, nutrient medium, pigment

## GİRİŞ

Mikroalgler, özellikle kabuklu su canlılarının ve bazı balık larvalarının ilk besinini oluştururlar. Bu nedenle balık beslemede kullanılan rotifer, cladocera ve copepod besini olarak akuakültürde büyük önem taşımaktadır. Tek hücreli mikroalglerin birçoğu gıda sektöründe değerlendirilir ve içerdikleri pigment maddeleri, antibiyotikler, vitaminler nedeniyle tıp, eczacılık alanlarında ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılırlar. Aynı zamanda insan ve hayvan gıdası olarak değerlendirilirler. Bu nedenle mikroalg yapılarındaki zengin protein, vitamin, yağ asitleri, mineraller, pigmentler ve değerli hücresel metabolitler nedeniyle ülkemizde ve dünyada yoğun olarak çalışılan organizmalardır.

Mikroalgler sucul sistemlerin ilk biyolojik karbondioksit-

oksid dönüştürücüleridir. Mikroalgler biyoteknolojinin gelecekteki en önemli kaynağıdır. Bu özelliklerinden dolayı, mikroalg üretiminde güvenli, uygun bir üretim sisteminin seçilmesi gerekmektedir (Borowitzka, 1992; Pulz, 2001).

Algal biyoteknolojideki gelişmelere rağmen mikroalg türlerinin kültürlerinde çeşitli güçlüklerle karşılaşmaktadır. Mikroalg kültürlerinde biyomas artışı, biyomasın biyokimyasal kompozisyonu ve yağ asitleri değerleri, çevresel faktörler, besin ortamı, sıcaklık, tuzluluk, pH ve ışık gibi büyümeye koşullarına bağlıdır (Sukenik, 1991; Cohen vd., 1988; Brown vd., 1989).

Fotobioreaktör tasarımları hem bilimsel hem de ekonomik açıdan önemlidir. Fotobioreaktör tasarımlarında amaç; yüksek seviyeli ışık kaynağının kullanılmasıyla kültür sistemlerinin

yapılmalıdır (Richmond, 1986).

Bu çalışma kapsamında, farklı besin ortamlarının ve farklı ışık yolu uzunluğuna sahip panel fotobioreaktörlerin ticari değere sahip *Chlorella vulgaris*'nın büyümeye etkisi incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERIAL VE METOT

### Kültür Şartları

Araştırmada kullanılan *Chlorella vulgaris* Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinden temin edilmiştir. C. vulgaris kültürlerinde, F/2 (Guillard, 1975) ve Jaworski (JM) (Tompkins vd., 1995) olmak üzere iki farklı besin ortamı kullanılmıştır.

Hazırlanan stok solüsyonlar, kültür ortamları, kullanılan malzemeler otoklavda (ALP CL-32S & L) 121°C de buhar basıncı altında 15 dakika bekletilerek steril hale getirilmiştir.

Denemeye başlamadan önce stok kültür oluşturmak amacıyla C. vulgaris ilk olarak 500 mL'lik erlenlere tatlı suya ortam zenginleştirilmesi yapılmıştır. Kültürler 20±3°C sıcaklıkta, havalandırma ile karıştırılmıştır. Sürekli aydınlatma olacak şekilde 2400 lux ışık şiddeti sağlayacak şekilde floresan lamba (Osram L 36W/L765, Almanya) kullanılmıştır.

C. vulgaris'in farklı ışık yolu uzunluğuna sahip cam panel fotobioreaktör denemelerinde 24 cm genişlikte, 52 cm yükseklikte ve 1, 3, 5 cm eninde fotobioreaktörler kullanılmıştır. Panel fotobioreaktörlerin hacimleri sırasıyla; 1,05 L, 3,00 L ve 5,00 L'dir.

### Deneme Planı

Denemeler E.Ü Su Ürünleri Fakültesi Urla Tesisleri Plankton Laboratuvarı'nda sürdürmüştür. C. vulgaris'in kültüründe JM ve F/2 besin ortamları ile farklı ışık yolu uzunluğuna sahip panel fotobioreaktörlerde büyümeye olan etkilerin incelenmesi amacıyla yapılmış olan denemeler iki aşamada yürütülmüş olup, tüm denemeler 3 tekrarlı olacak şekilde tamamlanmıştır.

Araştırmmanın ilk bölümünde C. vulgaris'in iki farklı ortamda büyümeye incelenmiştir. Optik yoğunluk değeri 0,202 olan C. vulgaris kültürü 6 adet 1 litre'lik erlene; 400 mL saf su ve 100 mL alg kültürü miktarında aşınmıştır. 3 adet erlene F/2 ortamı diğer 3 adet erlene ise JM besin ortamı eklenmiştir.

Araştırmmanın ikinci bölümünde C. vulgaris farklı ışık yolu uzunluğuna sahip panel fotobioreaktörlerde kültüre alınmıştır (Şekil 1). Optik yoğunluk değeri 0,033 olan C. vulgaris kültürü cam panel sistemlere aşınmıştır. Denemedede JM besin ortamı kullanılmıştır.

### Analiz

Hücre sayımı Neubauer haemacytometer ile ışık mikroskopu (Nikon, Japonya) kullanılarak yapılmıştır.

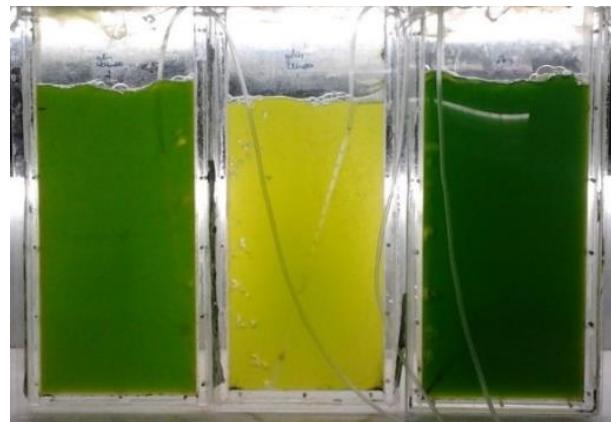
Spesifik büyümeye hızı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Formüllerdeki X<sub>2</sub> ve X<sub>1</sub> sırası ile t<sub>2</sub> ve t<sub>1</sub>

zamanlarındaki biomas kuru ağırlığını belirtir (Durmaz ve Bandarra, 2017).

$$\mu = \frac{\ln(X_2) - \ln(X_1)}{t_2 - t_1}$$

Kuru ağırlık için; filtre kağıtları 60 °C'de kurutuldu. Kurutulan 0,45 µ göz açıklığındaki Whatman GF/C filtre kağıtlarının 0,0001g duyarlı hassas terazi (Sartorius GC8035 – OCE) ile dasası alındı. Kültürlerden alınan 1 mL örnek filtre kağıtları kullanılarak süzüldü. Örneklerin süzüldüğü filtre kağıtları 105 °C'de 3-4 saat boyunca etüvde (MMM Medcenter Ecocell) kurutuldu. Daha sonra kurutulan filtre kağıtları hassas terazi ile ağırlık ölçümleri yapılarak litredeki kuru ağırlık değerleri gram cinsinden hesaplandı (Uslu vd., 2014)

Optik yoğunluk ölçümleri için 1 mL örnek alınıp, 1/10 oranında seyrettilmiştir. Cam küvetlerde 450 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Boeco, S-20) ölçümler okunmuştur (Durmaz, 2000).



**Şekil 1.** Farklı ışık yolu uzunluğuna sahip panel fotobioreaktörlerde Chlorella vulgaris kültürleri

**Figure 1.** The culture of Chlorella vulgaris in panel photobioreactors with different light path lengths

Klorofil a analizi için her kültürden 5 mL örnek alınarak 3500 rpm'de (Nüve CN-180) çöktürüldü. Üstündeki berrak kısımları atıldı ve örneklerde cam tozu (600 mikron) eklendi. 1 dakika boyunca buzda bekletilen örnekler vortex (Heidolph Reax top vortex) ile 30 saniye boyunca karıştırıldı. Bu işlem 3 kere tekrarlandı. Örneklerin üzerine 5 mL metanol (Merck %100, Almanya) eklendi ve vortex ile 30 saniye karıştırıldı. Tekrar santrifüje konulan örnekler, santrifüjden alındıktan sonra üstlerindeki sıvı kısmı ayrı tüplere alındı ve metanol ile kalibre edilen spektrofotometrede 666 nm'de ölçüldü. Aşağıda verilen formül ile klorofil a miktarları tespit edildi.

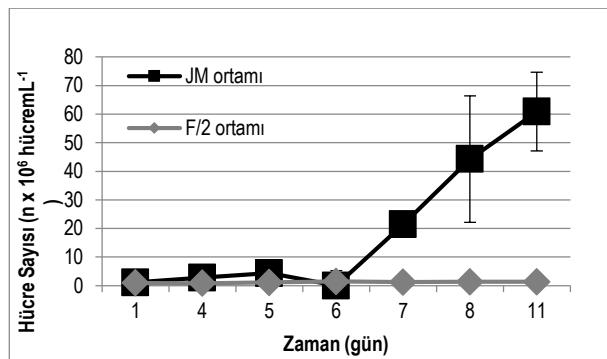
$$\text{Chla} = \text{OD}_{666} \times 13,9 \quad (\text{Sanchez vd., 2005})$$

Veriler Kolmogorow-Smirnow testi ile normal dağılışa uygun olup olmadığı kontrol edildikten sonra parametrik testlerden Anova (tek yönlü varyans analizi) testi uygulandı. Gruplar arasında farklılık olup olmadığını ve farklılığın nerede olduğunu tespit edebilmek için Tukey testi uygulandı (Zar,

1999). İstatistik analizler için Graphpad Prism Software for Windows (ver 4.0) programları kullanıldı.

## BÜLGULAR

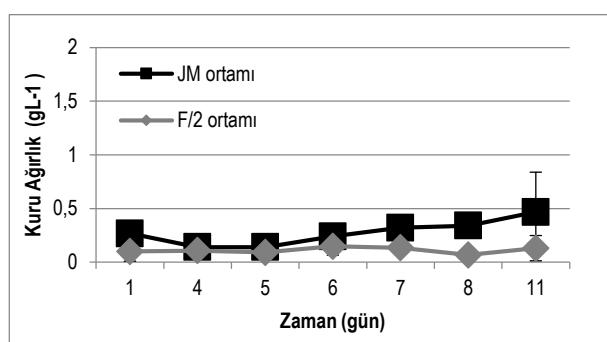
İlk denemede JM ve F/2 besin ortamlarının *C. vulgaris* kültüründe büyümeye etkisi araştırılmıştır. Bu denemeler 11 gün sürmüştür. JM besin ortamına ekilen kültür grubu hızlı bir büyümeye grafiği gösterirken, F/2 besin ortamına ekilen kültür grubunda büyümeye görürmemiştir. Hücre yoğunluğu JM besin ortamında kültüre alınan grupta 11. günde  $60,8 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ 'e ulaşmıştır ( $p<0,05$ ). F/2 besin ortamında yetişen kültür grubu ise 11. günde  $1,37 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ 'e ulaşmıştır (Şekil 2). JM besin ortamında yetişen kültürlerin hücre sayısındaki artış 6. günden itibaren 11. güne kadar devam ettiği tespit edilmiştir. F/2 besin ortamında yetişen kültürlerin hücre sayısı deneme süresi boyunca artmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 2. *Chlorella vulgaris*'nın farklı besin ortamlardaki (JM ve F/2) hücre sayıları

Figure 2. The cell number of *Chlorella vulgaris* in different nutrient medium (JM and F/2)

JM besin ortamında yetişen kültürlerin kuru ağırlık değeri 11. gün sonunda  $0,46 \text{ gL}^{-1}$  e ulaşmıştır ( $p<0,05$ ). F/2 besin ortamında yetişirilen kültürler 1. günde  $0,1 \text{ gL}^{-1}$  den 4. günde  $0,14 \text{ gL}^{-1}$  e yükselmiş fakat 11. günde  $0,13 \text{ gL}^{-1}$  e düşüğü tespit edilmiştir (Şekil 3).

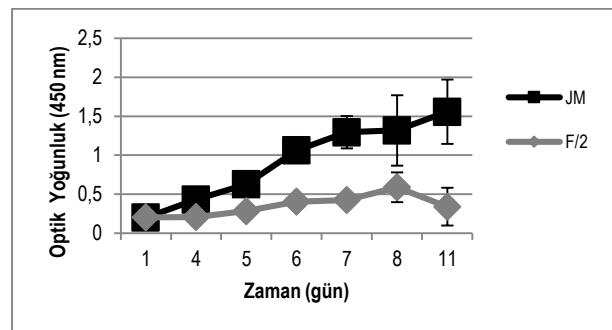


Şekil 3. *Chlorella vulgaris*'nın farklı besin ortamlardaki kuru ağırlık değerleri

Figure 3. The dry weight values of *Chlorella vulgaris* in different nutrient medium

Optik yoğunluk değerlerine göre JM besin ortamında yetişirilen kültürlerin artan bir büyümeye eğrisine sahip olduğu

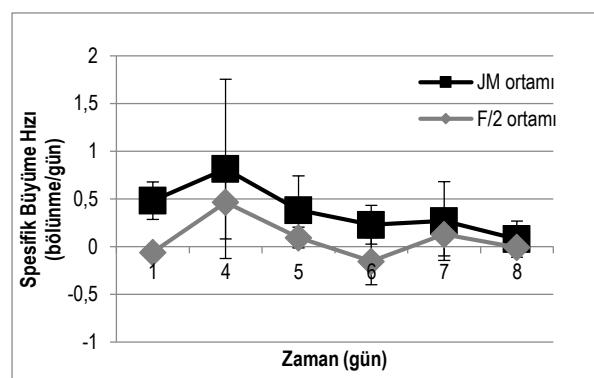
görmektedir. F/2 besin ortamında yetiştirilen kültürlerde ise büyümeye görürmemiştir ve optik yoğunluk değerleri değişmemiştir. JM ve F/2 besin ortamlarında yetiştirilen kültürlerin 11. günde en yüksek optik yoğunluk değerleri sırasıyla 1,55 ve 0,34 olduğunu saptanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. *Chlorella vulgaris* in farklı besin ortamlardaki optik yoğunluk değerleri

Figure 4. The optical density of *Chlorella vulgaris* in different nutrient medium

Spesifik büyümeye hızı (Şekil 5) JM besin ortamında yetiştirilen kültürlerde 4. günde 0,81 bölünme/gün elde edilmiştir.

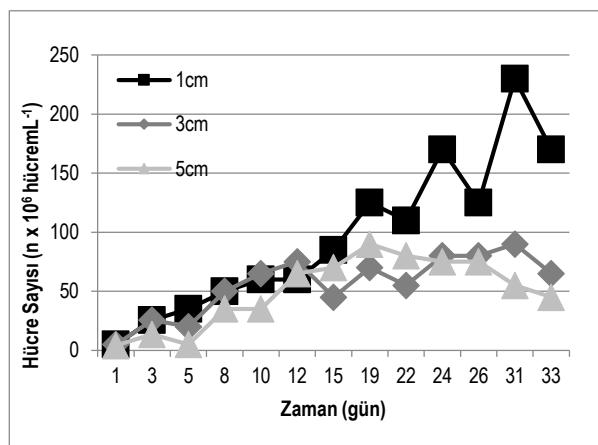


Şekil 5. *Chlorella vulgaris* in farklı besin ortamlardaki spesifik büyümeye hızı

Figure 5. The specific growth rate of *Chlorella vulgaris* in different nutrient medium

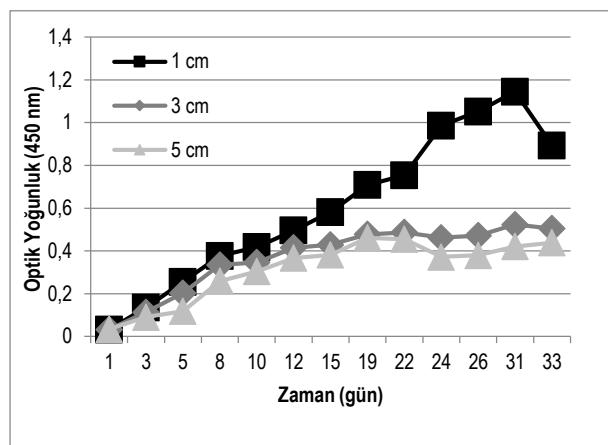
İkinci denemede 1, 3, 5 cm ışık yolu uzunluğuna sahip panel reaktörlerin *C. vulgaris* kültürlerinde büyümeye etkisi araştırılmıştır. Bu denemeler ise 33 gün sürmüştür. Aynı hücre yoğunluğuna ( $4,67 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ ) ve aynı optik yoğunluğa sahip (0,033) kültürlerin cam panel sistemlere ekimleri yapılmıştır.

En yüksek hücre sayısına 31. günde 1 cm'lik panelde ulaşılmıştır. Hücre sayısı  $230 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ 'e çıkmıştır ( $p<0,05$ ). 3 cm'lik panelde ise hücre sayısı en yüksek olduğu değer 31. günde  $90 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ 'e, 5 cm'lik panelde ise hücre sayısı en yüksek 19. günde  $90 \times 10^6$  hücre  $\text{mL}^{-1}$ 'e ulaşmıştır (Şekil 6). 3 cm ve 5 cm ışık yoluna sahip biyoreaktörlerde hücre sayıları arasında istatistikî olarak fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0,05$ )



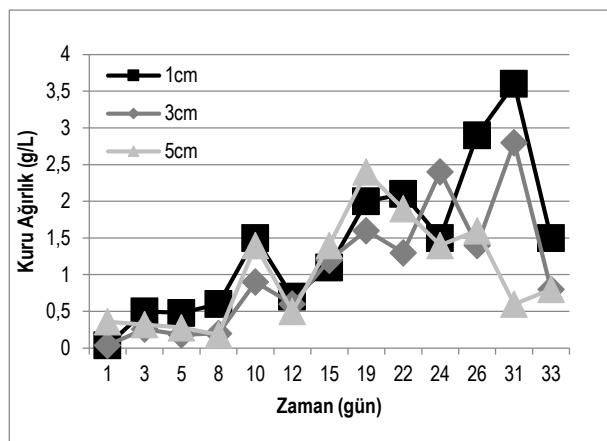
Şekil 6. *Chlorella vulgaris*'in farklı ışık yol uzunluğuna sahip panel fotobioreaktörlerde hücre sayıları (1 cm, 3 cm ve 5 cm)

Figure 6. The cell number of *Chlorella vulgaris* in panel photobioreactors with different light path length (1 cm, 3 cm and 5 cm)



Şekil 8. *Chlorella vulgaris*'nın farklı ışık yol uzunluğuna sahip panel biyoreaktörlerde optik yoğunluk değerleri

Figure 8. Optical density values of *Chlorella vulgaris* in panel bioreactors with different light path lengths



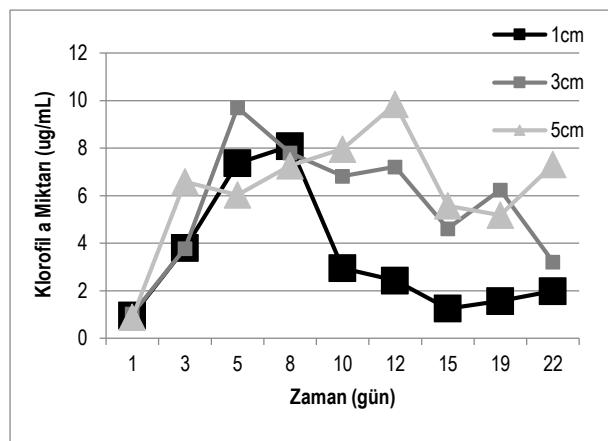
Şekil 7. *Chlorella vulgaris*'nın farklı ışık yol uzunluğuna sahip panel biyoreaktörlerde Kuru Ağırlık Değerleri

Figure 7. Dry weight of *Chlorella vulgaris* in panel bioreactors with different light lengths

Kuru ağırlık değerleri (Şekil 7) ise 1 cm'lik panelde büyümeyenin en yüksek olduğu 31. günde 3,6 g L<sup>-1</sup> ( $p<0,05$ ), 3 cm'lik panelde büyümeyenin en yüksek olduğu 31. günde 2,8 g L<sup>-1</sup> ( $p>0,05$ ) ve 5 cm'lik panelde büyümeyenin maksimum olduğu 19. günde 2,4 g L<sup>-1</sup> ( $p>0,05$ ) olarak tespit edilmiştir.

Optik yoğunluk değerleri (Şekil 8) ilk 8 günde aynı oranda arttığı gözlenmiştir. 8. günden sonra 1 cm'lik cam panelde optik yoğunluk artışı gözlenmiştir. 3 cm'lik ve 5 cm'lik cam panellerde ise optik yoğunluk değerinin yaklaşık olarak aynı oranda arttığı saptanmıştır.

Panellerde yapılan kültürlerin klorofil a değerleri zamanla düşüğü tespit edilmiştir. Yapılan denemede büyümeye oranları ile klorofil a değerlerinin ters orantılı olduğu gözlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. *Chlorella vulgaris*'nın farklı ışık yol uzunluğuna (1 cm, 3 cm ve 5 cm) sahip panel biyoreaktörlerde klorofil a değerleri

Figure 9. Chlorophyll a values of *Chlorella vulgaris* in panel bioreactors of different light path lengths (1 cm, 3 cm and 5 cm)

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Fototrofik kültür sistemlerinde kültüre alınan tür ile optimal büyümeye hızı elde etmek için, kullanılan besin ortamı, kullanılan sistemin yüzey alanı ve materyali ve ışığın su kolonunda aldığı yol, nüfuz etme gücü biyoması etkiler.

Özellikle fototrof olarak üretilmek istenen mikroalg kültürlerinde ışık önemli bir parametredir. Bu yüzden fotobioreaktör tasarımlarında ışıktan verim çok önemlidir. Işıktan yeteri kadar verim alabilmek için kullanılan materyalin yüzey alanı, yani fotobioreaktörün ışığı aldığı açı önemlidir. Zijffers vd., (2008)'e göre reaktörün güneş ışığını veya herhangi bir ışık kaynağını en verimli şekilde alması önemlidir. Ayrıca biyoreaktör tasarımlarında, ışığın fotosentetik verimlilik açısından reaktörün yüzey alanı göz önünde bulundurulmasını gereklidir. Genelde iyi bir ışık enerjisi dağılımı için düz ve

dikdörtgen şekilli sistemler veya doğrusal ve silindirik şekilli sistemlerin kullanılmasını önermişlerdir. Doğrusal ve silindirik sistemler ışığı odaklaması bakımından verimli olabilmektedir (Richmond, 1986; Zou ve Richmond, 1999; Durmaz ve Erbil, 2017).

Durmaz, (2000) yaptığı çalışmada *Chlorella* sp.'nin farklı ışık yolu uzunluğu (10 cm, 15 cm ve 20 cm) olan reaktörlerde laboratuvar dışında doğal aydınlatma/karanlık periyotlarda büyümeyi araştırmıştır. Kullanılan reaktörler cam panel şeklindedir ve aydınlatmada güneş ışığı kullanılmıştır. Farklı ışık yolu uzunluğu olan reaktörlerde hücrelerin ışık adaptasyonu, 10 cm ışık yolu uzunluğu olan biyoreaktörlerde 7 gün, 15 cm ve 20 cm ışık yolu uzunluğu olan biyoreaktörlerde ise 5 gün sürmüştür. Denemelerde kullanılan biyoreaktörler arasında daha kolay isınan ve en düşük hacime sahip olan 10 cm ışık yolu uzunluğuna sahip biyoreaktördür. Kolay soğuması ise bu ışık yolu uzunluğu için dezavantajdır. Dışarıda üretim yapılmaması için reaktör hacmi sıcaklık açısından önemlidir. Güneş ışığı kullanılarak üretim yapılan reaktörlerde sabah ve akşam saatleri arasında ışık şiddeti (400 – 1400 ft cd) değişmektedir. Bu aydınlatma ile *Chlorella* sp. üretiminde 20 cm'lik fotobioreaktörlerde en yüksek  $49,5 \times 10^6$  hücre mL<sup>-1</sup> yoğunluğuna ulaşmıştır. 15 cm'lik panelde en yüksek  $49 \times 10^6$  hücre mL<sup>-1</sup> ve 10 cm'lik panelde ise  $36,5 \times 10^6$  hücre mL<sup>-1</sup> yoğunluğuna ulaşmıştır. Yapılan çalışmada ışık yolu uzunluğunun kültüre alınan türe göre ayarlanması gerektiği belirtilmiştir. 15 cm ve 20 cm'lik panellerde spesifik büyümeye hızının yüksek olduğu belirtilmiştir. ışık yolu uzunlukları farklı olan cam panellerde yapılan mikroalg kültüründe güneş ışığı şiddeti ve süresi önemli olduğu vurgulanmış ve tür için uygun ışık yolu uzunluğunun tespiti, verimlilik açısından önemli olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bu çalışmada ise, *C. vulgaris*, 1, 3, 5 cm'lik ışık yolu uzunluğuna sahip cam panellerde yetiştirilmiştir. Üretim 33 gün sürmüştür. İlk 8 günde aynı oranda büyümeye gözlenmiştir. 1 cm'lik panelde en yüksek hücre sayısına 31. günde,  $230 \times 10^6$  hücre mL<sup>-1</sup> ulaşmıştır. 3 cm'lik panelde en yüksek üretim 31. günde  $90 \times 10^6$  hücre mL<sup>-1</sup>'e ve 5 cm'lik panelde ise hücre sayısı en yüksek 19. günde  $90 \times 10^6$  hücre mL<sup>-1</sup>'e ulaşmıştır.

Degen vd., (2001) yaptığı çalışmada *Chlorella* sp.'nin panellerde büyümeyi inclemiştir. Bu çalışmada ışığın etkisi araştırılmıştır. Kuru ağırlık değerleri  $0,11 \text{ gL}^{-1}$  gün, maksimum üretim ise  $1,95 \text{ gL}^{-1}$  bulunmuştur. Bu çalışmada ise 1 cm'lik ışık yolu uzunluğuna sahip panellerde *C. vulgaris*'nın hücre yoğunluğu daha fazla olmasına rağmen, en yüksek spesifik büyümeye hızı 3. günde ( $0,719 \text{ bölünme/gün}$ ) elde edilmiştir. Kuru

ağırlık değerleri 1 cm'lik panelde 31. günde  $3,6 \text{ gL}^{-1}$ , 3 cm'lik panelde 31. günde  $2,8 \text{ gL}^{-1}$  ve 5 cm'lik panelde 19. günde  $2,4 \text{ gL}^{-1}$ 'ye ulaşmıştır. Akuakültürde amaç birim alandan daha fazla algal biyomas elde edilmesidir. 3 cm'lik ve 5 cm'lik cam panellerde büyümeye oranının değişmediği gözlenmiştir.

Zou vd., (1999) *Nannochloropsis* sp. türü ile laboratuvar şartlarında 1 cm ve 3 cm ışık yolu uzunlığında ve laboratuvar dışında ise 1,3 cm'den başlayarak 17 cm ışık yolu uzunluğu olan cam panel reaktörler kullanarak denemeler yapmışlardır. İlk denemelerinde aydınlatma başlangıçta  $150 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ışık şiddeti kullanılmışlardır ve daha sonra ışık şiddetini  $1000 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ile  $3000 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$  arasında değiştirmiştir. İlkinci olarak düşük hücre yoğunlığında, farklı ışık yolu uzunluğu olan biyoreaktörlerde yüksek ışığa maruz bırakılmışlar, son olarak da yüksek hücre yoğunlığındaki kültürleri yüksek ışık şiddetine maruz bırakılmışlardır. Buna göre düşük ışuktan yüksek ışığa maruz kalan hücrelerin klorofil içeriği keskin bir şekilde düşüğü gözlenmiştir. Fakat 7 gün sonra yüksek aydınlatmada (2000 ve  $3000 \mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) ışığa uyumun başlaması ile birlikte klorofil konsantrasyonunda da bir artış olmuştur. Düşük hücre yoğunlığında, hücreler yüksek ışık şiddetine maruz bırakılınca strese girmekte ve hücre klorofil konsantrasyonu ile birlikte hücre yoğunluğu da düşmektedir. Yüksek hücre yoğunlığında, yüksek ışık şiddeti kullanılması durumunda ise, hücre konsantrasyonu ve ışık yolu uzunluğu kriter olarak ortaya çıkmaktadır.

Yapılan bu tezde ise 1, 3, 5 cm'lik ışık yolu uzunluğuna sahip ince panellerde yetiştirilen *C. vulgaris* kültürlerinde klorofil değerleri incelenmiştir. Deneme boyunca yüksek ışığa (2400 lüx) maruz kalan kültürlerde klorofil a oranları düşüğü gözlenmiştir. İlk 8 günde büyümeye ile doğru orantılı olarak artan klorofil a değeri ışık stresi ile birlikte düşmüştür.

Bu çalışmada farklı fotobioreaktörlerin *C. vulgaris*'nın büyümeye etkisi araştırılmıştır. *C. vulgaris*'nın üretimi için JM besin ortamı, F/2 besin ortamına göre daha verimli bir üretim sağlamaktadır. Yetiştiricilik çalışmalarında JM besin ortamı kullanılması tavsiye edilmektedir. *C. vulgaris*'nın üretimi için ışık çok önemlidir. Yüzey alanı bakımından ışuktan yüksek derecede verim alınabilen panel sistemlerde *C. vulgaris*'nın yetiştirebilincenin yapılması uygun görülmektedir. Yetiştirilmesi planlanan *C. vulgaris*'nın yüksek ışık ile birlikte strese girdiği ve stresle birlikte bünyesinde birektirilen pigment miktarlarında değişim gözlenmiştir ve ileride yapılacak araştırmalarda pigment yapısında olusabilecek değişimlerin izlenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

Borowitzka, M.A. (1992). Algal biotechnology products and processes matching science and economics, *Journal of Applied Phycology* 4, 267-279.  
DOI: [10.1007/BF02161212](https://doi.org/10.1007/BF02161212)

Brown, M.R., Jeffrey, S.W. & Garland, C.D. (1989). Nutritional aspects of microalgae used in mariculture: a literature review. CSIRO Marine Laboratories press 0725-4598, no: 205.

Cohen, Z., Vonshak, A. & Richmond, A. (1988). Effect of environmental conditions on fatty acid composition of the red alga *Porphyridium cruentum*: correlation to growth rate. *Journal of Phycology*, 24(3), 328-332. DOI: [10.1111/j.1529-8817.1988.tb04474.x](https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1988.tb04474.x)

Degen, J., Uebel, A., Retze, A., Schmidt-Staiger, U. & Trosch, W. (2001). A novel airlift photobioreactor with baffles for improved light utilization

- through the flashing light effect, *Journal of Biotechnology*, 92, 89–94.  
DOI: [10.1016/S0168-1656\(01\)00350-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(01)00350-9)
- Durmaz, Y. (2000). *Chlorella sp' nin ince cam panel biyoreaktörlerde üretiminde ışığın etkisi üzerine bir araştırma*, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Bornova İzmir.
- Durmaz, Y., & Bandarra, N. M. (2017). Fatty Acids And Pigments Content Of *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) Culture At Bag Systems Using Different Nitrogen Sources And Concentration In Medium. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(8), 5289-5294.
- Durmaz, Y & Erbil, G.C. (2017). Performance of industrial-scale tubular photobioreactor in marine hatchery. *Journal of Applied Phycology*. DOI: [10.1007/s10811-017-1202-7](https://doi.org/10.1007/s10811-017-1202-7)
- Guillard, R.R.L. (1975). Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrate. In: Smith, W.L., Chanley, M.H. (Eds.), *Culture of Marine Invertebrates Animals*. Plenum, New York.
- Pulz, O. (2001). Photobioreactors; Production Systems For Phototrophic Microorganisms. Igv Institute For Cereal Processing, Arthur- Shcheunerd-Alle, Bergholz-Rehbrücke, 40/41: Germany.
- Richmond, A. (1986). *Handbook Of Microalgal Mass Culture*, FL: CRC Press, Boca Raton.
- Sánchez, M. D., Mantell, C., Rodriguez, M., de La Ossa, E. M., Lubián, L. M., & Montero, O. (2005). Supercritical fluid extraction of carotenoids and chlorophyll a from *Nannochloropsis gaditana*, *Journal of Food Engineering*, 66(2), 245-251. DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2004.03.021](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.03.021)
- Sukenik, A. (1991). Ecophysiological considerations in the optimization of eicosapentaenoic acid production by *Nannochloropsis sp.* (Eustigmatophyceae). *Bioresource Technology*, 35, 263–269. DOI: [10.1016/0960-8524\(91\)90123-2](https://doi.org/10.1016/0960-8524(91)90123-2)
- Tompkins, J., Deville, M. M., Day, J. G. & Turner, M.F. (1995). The culture collection of algae and protozoa. Ambleside: Institute of Freshwater Ecology, *Culture collection of algae and protozoa. Catalogue of strains*; p. 204.
- Uslu, L., Ak, B., İşık, O & Durmaz, Y. (2014) Effect of light path length and nitrogen deficiency on the biochemical composition of *Phaeodactylum tricornutum*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(6), 1309-1313.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical Analysis*. Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey. 4<sup>th</sup> Edition. cap 12, USA. 231-272.
- Zijffers, JWF., Janssen, M., Tramper, J. & Wijffels, RH. (2008). Design process of an area-efficient photobioreactor, *Marine Biotechnology*, 10, 404–415. DOI: [10.1007/s10126-007-9077-2](https://doi.org/10.1007/s10126-007-9077-2)
- Zou, N. & Richmond, A. (1999). Effect of light- path length in outdoor flat plate reactors on output rate of cell mass and of EPA in *Nannochloropsis sp.*, *Journal of Biotechnology*, 70, 351-356. DOI: [10.1016/S0168-1656\(99\)00087-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(99)00087-5)

## Length-weight and length-length relationships of chub (*Squalius cephalus*, L., 1758) inhabiting a few inland waters of the Middle Black Sea Region

### Orta Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı akarsularda yaşayan tatlısu kefali (*Squalius cephalus*, L.1758)'nin boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri

Melek Özpiçak\*  • Semra Saygın  • Enes Hançer  • Aykut Aydın  •  
Savaş Yılmaz  • Nazmi Polat 

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Art and Sciences, Biology Department, 55139, Samsun, Turkey

\* Corresponding author: [melek.zengin@omu.edu.tr](mailto:melek.zengin@omu.edu.tr)

Received date: 13.02.2018

Accepted date: 29.03.2018

#### How to cite this paper:

Özpiçak, M., Saygın, S., Hançer, E., Aydın, A., Yılmaz, S. & Polat, N. (2018). Length-weight and length-length relationships of chub (*Squalius cephalus*, L., 1758) inhabiting a few inland waters of the Middle Black Sea Region. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 175-179.

DOI:10.12714/egefjas.2018.35.2.10

**Abstract:** In this study, the length-weight and length-length relationships of chub (*Squalius cephalus*, L.1758) sampled from a few inland waters of the middle Black Sea were investigated. A total of 218 (Abdal (N=44), Akçay (N=57), Terme (N= 55), Yedikir (N=62)) chub individuals were sampled from different localities. All captured individuals were measured to the nearest 0.1 cm for total, fork and standard lengths. The weight of each sample (W) was recorded (0.01 g). According to results of analyses, there were no statistically significant differences between sexes in terms of length and weight ( $P>0.05$ ). So, entire populations (female+male) were evaluated together for analyses. The average total lengths of chub sampled from the Abdal Stream, Akçay Stream, Terme Stream and Yedikir Dam Lake varies between  $11.49\pm0.792$ ,  $10.31\pm0.518$ ,  $10.33\pm0.289$  and  $11.11\pm0.327$  cm, respectively. The length-weight relationships (LWRs) were found highly significant ( $P < 0.001$ ,  $r^2 > 0.990$ ) for all localities. The value of 'b' of LWR was significantly different from 3.0 in chub and the growth type is positive allometric for all localities. The equations of length-weight relationship were calculated as  $W=0.007TL^{3.224}$ ,  $W=0.006TL^{3.285}$ ,  $W=0.005TL^{3.298}$ ,  $W=0.007TL^{3.210}$  for Abdal, Akçay, Terme and Yedikir, respectively. Length-length relationship was also highly significant ( $P<0.001$ ) with coefficient of determination ( $r^2$ ) ranging from 0.916 to 0.999.

**Keywords:** Chub, length-weight relationship, length-length relationship, Black Sea, Turkey

**Öz:** Bu çalışmada orta Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı içsularda yaşayan tatlısu kefalinin (*Squalius cephalus*, L.1758) boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri incelenmiştir. Toplamba 218 (Abdal (N=44), Akçay (N=57), Terme (N= 55), Yedikir (N=62)) örnek farklı lokalitelere örneklenmiştir. Yakalanan tüm örneklerin total, çatal ve standart boyları (0.1 cm) ölçülmüştür. Her bir örneğin ağırlığı (W) kaydedilmiştir (0.01 g). Analiz sonuçlarına göre cinsiyetler arasında boy ve ağırlık bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur ( $P>0.05$ ). Bu sebeple tüm populasyon (dişi+erkek) analizlerde birlikte değerlendirilmiştir. Abdal Çayı, Akçay Çayı, Terme Çayı ve Yedikir Baraj Gölü'nden örneklenen tatlısu kefalinin ortalama total boyları sırasıyla  $11.49\pm0.792$ ,  $10.31\pm0.518$ ,  $10.33\pm0.289$  ve  $11.11\pm0.327$  cm arasında değişmektedir. Boy-ağırlık ilişkileri tüm lokalitelere için önemli bulunmuştur ( $P < 0.001$ ,  $r^2 > 0.990$ ). Boy-ağırlık ilişkisinin "b" değeri istatistiksel anlamda 3'ten farklıdır ve tüm lokalitelere için büyümeye tipi pozitif allometrikdir. Boy-ağırlık ilişkilerinin denklemleri sırası ile Abdal, Akçay, Terme ve Yedikir için  $W=0.007TL^{3.224}$ ,  $W=0.006TL^{3.285}$ ,  $W=0.005TL^{3.298}$ ,  $W=0.007TL^{3.210}$  olarak hesaplanmıştır. Boy-boy ilişkilerinin regresyon katsayıları 0.916 ile 0.999 arasında değişim göstermemektedir ve istatistiksel anlamda önemlidir ( $P<0.001$ ).

**Anahtar kelimeler:** Tatlısu kefali, boy-ağırlık ilişkisi, boy-boy ilişkisi, Karadeniz, Türkiye

## INTRODUCTION

*Squalius cephalus* (chub) (L., 1758) is a freshwater fish species widely distributed all around the world. The chub is widespread in the whole of Europe, the Black Sea, the Azov Sea, the Caspian Sea, and most of the inland waters in Anatolia. This fish species is economically important and there are lots of studies about genetic, biological characteristic, population parameters and systematics of chub from different localities (Laroche et al., 1999; Arlinghaus and Wolter, 2003; Turan et al., 2007; Dehais et al., 2010; Bulut et al., 2012; Cejko

and Krejszeff, 2016; Gouskov, 2016; Özcan et al., 2017). The conservation status of chub is "LC" according to IUCN (The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2017-3).

Length-weight (LWRs) and length-length relationships (LLRs) are very important for fisheries researches. Length-weight-related parameters provide predicting the weight of the fish from its length and life cycle of the populations from different habitats. Also, LWRs allow the transformations of growth-in-length equations to growth in-weight, for use in stock

assessment models; an estimate of the condition of fish; useful for region comparisons of life histories of fish species (Petrakis and Stergiou, 1995; Gonçalves et al., 1997; Binohlan and Pauly, 1998). LLRs are important in comparing growth studies using different length types for fisheries management (Moutopoulos and Stregiou, 2002).

In fisheries biology, LWRs and LLRs are base studies and allow for comparisons of species growth between different regions. Therefore, these studies are also preferred for stock analyses. In this study, we aimed to determine the LWRs and LLRs of chub which sampled from the four different localities (Abdal Stream, Akçay Stream, Terme Stream and Yedikir Dam Lake) along inland waters of the Middle Black Sea Region.

## MATERIALS AND METHODS

### Sampling

Chub samples obtained from Abdal Stream (N=44), Akçay Stream (N=57), Terme Stream (N=55) and Yedikir Dam Lake (N=62). The coordinates of sampling locations and date were recorded using GARMIN GPS (Table 1-Figure 1). Samples were collected with SAMUS 725 MP electroshocker.

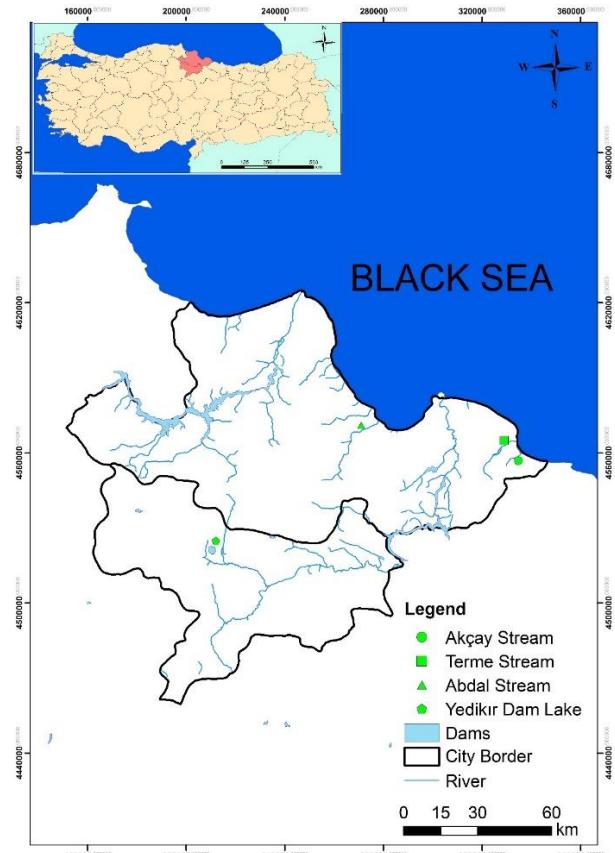


Figure 1. Sampling area

Table 1. Coordinates of sampling localities

Locality	Sampling Date	Coordinates	N
Abdal Stream	April 2017	41°09'22.38" N 36°44'21.54" E	44
Akçay Stream	October 2015	41°05'30.99" N 37°07'20.89" E	57
Terme Stream	February 2016	41°09'34.03" N 36°53'28.48" E	55
Yedikir Dam Lake	July 2016	40°47'5"3.38" N 35°33'10.16" E	62

### Biological studies and statistical analysis

Fish samples were measured for total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) (0.1 cm.) The weight of each fish (W) was recorded (0.01 g). Sex was determined by macroscopic examination of the gonads.

Length-weight relations were calculated using the equation  $W = aL^b$ , where W is the total weight of the fish (g), L is the total length (cm), a and b are the parameters of the equation (Bagenal and Tesch, 1978). The t-test employed to test whether the slopes (b) were significantly different from 3, indicating the growth type: isometric ( $b=3$ ), positive allometric ( $b>3$ ) or negative allometric ( $b<3$ ). Analysis of variance (ANOVA) was used to test differences of the b values of length-weight relationship between sexes (Zar, 1999).

All length-length relationships of chub samples were computed using linear regression analysis (Zar, 1999). Relationships between TL & FL, FL & SL, and SL & TL were estimated separately according to all localities.

Statistical analyses were tested at the 0.05 significance level. SPSS 20, Minitab 15.0 and the Excel software were utilized in the evaluation of data.

## RESULTS

The average total length of the individuals sampled from the Abdal Stream, Akçay, Terme and Yedikir Dam Lake varies between  $11.49 \pm 0.792$ ,  $10.31 \pm 0.518$ ,  $10.33 \pm 0.289$  and  $11.11 \pm 0.327$  cm. The descriptive statistics of chub samples from four locality indicated in Table 2. There are no differences in terms of TL or W between localities according to sex ( $P>0.05$ ). So, entire populations (female+male) were evaluated together for analyses.

LWRs were calculated for all localities. The LWRs were significantly important ( $P < 0.001$ ,  $r^2 > 0.990$ , Table 3). The value of 'b' of LWR was found to be significantly different from 3.0 in chub and the growth type were positive allometric for all localities according to results of this study (Table 3).

**Table 2.** Descriptive statistics of *S. cephalus* samples from different localities

Locality	Parameters TL (cm)/ W (g)	N	Mean	Min.	Max.	SD.	SE.
Abdal Stream	TL	44	11.49	5.60	29.40	5.255	0.792
	W		33.59	1.82	328.1	64.36	9.700
Akçay Stream	TL	57	10.31	5.80	18.00	3.911	0.518
	W		18.81	1.79	67.57	19.37	2.570
Terme Stream	TL	55	10.33	6.40	15.60	2.146	0.289
	W		13.18	2.39	46.99	8.61	1.160
Yedikir Dam Lake	TL	62	11.11	6.70	17.70	2.575	0.327
	W		20.18	3.39	71.30	16.75	2.130

TL: total length; W: weight; SD: standard deviation, Min: minimum; Max: maximum; SE: standard error

**Table 3.** Parameters of the LWR and growth types for *S. cephalus* according to localities

Locality	a	b	r <sup>2</sup>	95% Confidence Interval	Growth Type
Abdal Stream	0.007	3.224	0.995	3.156-3.292	(+) Allometry
Akçay Stream	0.006	3.285	0.997	3.245-3.356	(+) Allometry
Terme Stream	0.005	3.298	0.993	3.194-3.402	(+) Allometry
Yedikir Dam Lake	0.007	3.210	0.992	3.104-3.316	(+) Allometry

**Table 4.** LLRs between TL, FL and SL of chub inhabiting a few inland waters of Middle Black Sea Region of Turkey

Localities	Equations	a	b	r <sup>2</sup>	P
Abdal Stream	TL=a+bFL	0.279	1.04	0.999	<0.001
	FL=a+bSL	-0.019	1.15	0.999	<0.001
	SL=a+bTL	-0.201	0.84	0.999	<0.001
Akçay Stream	TL=a+bFL	0.110	1.06	0.998	<0.001
	FL=a+bSL	0.929	0.99	0.922	<0.001
	SL=a+bTL	-0.239	0.87	0.916	<0.001
Terme Stream	TL=a+bFL	-0.048	1.08	0.981	<0.001
	FL=a+bSL	0.297	1.09	0.985	<0.001
	SL=a+bTL	-0.016	0.83	0.984	<0.001
Yedikir Dam Lake	TL=a+bFL	0.267	1.03	0.991	<0.001
	FL=a+bSL	0.011	1.11	0.996	<0.001
	SL=a+bTL	-0.125	0.86	0.989	<0.001

LLRs were calculated by using the linear regression model. LLRs were also highly significant ( $P<0.001$ ) with coefficient of determination ( $r^2$ ) ranging from 0.916 to 0.999 (Table 4).

## DISCUSSION

The LWRs parameters are extremely important for fish biology and fisheries management (Garcia et al., 1989). Also, length-length associations have a great importance in the comparison of studies using different lengths types (Moutopoulos and Stergiou, 2002; Hossain et al., 2006; Singh and Serajuddin, 2017).

In this study, maximum total lengths of *S. cephalus* were found as 29.40 cm (Abdal Stream), 18.00 cm (Akçay Stream), 15.60 cm (Terme Stream) and 17.70 cm (Yedikir Dam Lake), respectively. Variations in fish growth in terms of length and weight can be explained as an adaptive response to different ecological conditions (Nikolsky, 1963). Le Cren's concept hypothetically stated that the value of 'b' in ideal fish to be 3, indicating an isometric growth, which is widely used as a scale in length-weight relationship study (Singh and Serajuddin, 2017). The values of 'b' in the present study indicated positive allometric growth for all localities. Many studies have been found when the literature examined about LWR and growth type of *S. cephalus* (Table 5).

In this study, the growth type of chub was found as positive allometric. "b" values of Abdal Stream, Akçay Stream, Terme Stream and Yedikir Dam Lake are 3.224, 3.285, 3.298 and 3.210, respectively. Some factors such as genetic isolation and specific environmental conditions (e.g. temperature, eutrophication levels, food supply and diseases) are responsible for intraspecific differences in growth parameters (Stefanova et al., 2008). Therefore, "b" values of most of the studies could be different from each other between regions.

Length-weight and length-length relationships provides important baseline data to facilitate future fish monitoring and researches. In this study, both LWRs and LLRs were found significantly important ( $P<0.001$ ). "r<sup>2</sup>" values of LWRs were between 0.992 and 0.997. Various studies indicated that LWRs are very strong in chub (Table 5).

LLRs are also useful for conversion purposes when comparisons are made with literature values, information on growth patterns and consequently to estimate fish biomass (Ault et al., 2005; Aburto-Oropeza et al., 2011). There are different studies used total, fork and standard lengths. This differences causes confusion in some of the studies carried out. At that point, LLRs plays a key role in comparision of studies. Özcan et al. (2017) investigated LLRs of chub from Karasu River and found highly significant relationships ( $r^2 > 0.95$ ,  $P<0.001$ ). In this study, LLRs were significantly important for all localities ( $P<0.001$ ) and coefficient of determination ( $r^2$ ) ranged from 0.916 to 0.999.

**Table 5.** Length-weight relationships of chub from different areas

Study area	N	b	Growth Type	Literature
Northern Aegean Eustuarine (Greece)	627	3.856	A(+)	Kautrakis and Tsigliras (2003)
Topçam Dam Lake (Turkey)	332	3.12	A(+)	Şaşı and Balık (2003)
İşkili Lake (Turkey)	528	3.04	I	Balık et al. (2004)
Sır Dam Lake (Turkey)	422	3.214 (for males) 3.174 (for females)	A(+)	Kara and Solak (2004)
Almus Dam Lake (Turkey)	305	3.359	A(+)	Karataş and Can (2005)
Karakaya Dam Lake (Turkey)	527	2.820	A(-)	Kalkan et al. (2005)
Gelingülü Dam Lake (Turkey)	267	2.870	I	Kırankaya and Ekmekçi (2007)
İkizcetepeler Dam Lake (Turkey)	414	2.96 (for males) 2.86 (for females)	A(-)	Koç et al. (2007)
Hafik Lake (Turkey)	242	2.828	I	Ünver and Kekilli (2010)
Çamkoru Pond (Turkey)	374	3.012	A(+)	İnnal (2010)
Tödürge Lake (Turkey)	466	3.088	I	Ünver and Erk'akan (2012)
Gamasib River (Iran)	60	3.97	A(+)	Sedaghat et al. (2012)
Apa Dam Lake (Turkey)	474	2.43	A(-)	Mert et al. (2015)
Uzunçayır Dam Lake (Turkey)	334	3.136	A(+)	Demirol et al. (2016)
Yeniağa Lake (Turkey)	729	3.109	A(+)	Kılıç and Becer (2016)
Devres Stream (Turkey)	329	2.97 (for males)-3.11 (for females)	-	Benzer and Gül (2017)
Karasu Stream (Turkey)	254	3.24	A(+)	Özcan et al. (2017)
Akçay River (Büyük Menderes Basin) (Turkey)	366	2.72 (for males) 2.75 (for females)	A(-)	Şaşı and Özay (2017)
Abdal Stream (Turkey)	44	3.224	A(+)	This study
Akçay Stream (Turkey)	57	3.285	A(+)	This study
Terme Stream (Turkey)	55	3.298	A(+)	This study
Yedikir Dam Lake (Turkey)	62	3.210	A(+)	This study

(M: Male, F: Female, A(+): Positive Allometry, I: Isometric, A(-): Negative Allometry)

Length-weight and length-length relationships are important in effective management of fisheries. This is the first study that examined the relationships between total length-weight and length-length relationships of *S. cephalus* sampled

from Abdal Steram, Akçay Stream, Terme Stream and Yedikir Dam Lake. The authors hope that this study will support investigators in future for ecological studies and reliable growth estimations.

## REFERENCES

- Arlinghaus, R. & Wolter, C. (2003). Amplitude of ecological potential: chub *Leuciscus cephalus* (L.) spawning in an artificial lowland canal. *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 52–54. DOI: [10.1046/j.1439-0426.2003.00343.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2003.00343.x)
- Ault, J.S., Smith, S.G. & Bohnsack, J.A. (2005). Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral-reef fish community. *ICES Journal of Marine Science*, 62, 417-423. DOI: [10.1016/j.icesjms.2004.12.001](https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.12.001)
- Aburto-Oropeza, O., Erisman, B., Galland, G.R., Mascareñas-Osorio, I., Sala, E. & Ezcurra, E. (2011). Large recovery of fish biomass in a no-take Marine Reserve. *PLoS One*, 6(8), e23601. DOI: [10.1371/journal.pone.0023601](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023601)
- Balık, S., Sarı, M.H., Ustaoğlu, R.M. & İlhan A. (2004). Age and growth characteristics of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) population in İşkili Lake, Çivril, Denizli, Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, 257–262. DOI: [10.12714/egejfas.2004.21.3.5000157006](https://doi.org/10.12714/egejfas.2004.21.3.5000157006)
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). Age and Growth. In T. Bagenal (Ed), *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, 3rd ed: IBP Handbook No.3, Blackwell Science Publications, Oxford.
- Benzer, S. & Gül, A. (2017). Population structure and some growth properties of chub *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) in Devres Stream of Kızılırmak River, Turkey. *Journal of Fisheries*, 5(3), 513–518. DOI: [10.17017/fish.v5i3.2017.247](https://doi.org/10.17017/fish.v5i3.2017.247)
- Binohlan, C. & Pauly, D. (1998). The length-weight table. In R. Froese and D. Pauly (Ed), *Fish Base 1998: Concepts, design and data sources ICLARM, Manila, Philippines*. (pp. 121–123).
- Bulut, S., Mert, R., Konuk, M., Algan, B., Alap, A. & Solak, K. (2012). The variation of several biological characteristics of the chub, *Squalius cephalus* (L., 1758), in the Örenler Dam Lake, Northwest Anatolia, Turkey. *Not Scientia Biologica*, 4(3), 27-32. DOI: [10.15835/nsb.4.3.7674](https://doi.org/10.15835/nsb.4.3.7674)
- Cejko, B.I. & Krejszef, S. (2016). Sperm characteristics of chub *Leuciscus cephalus* (L.) collected in artificial condition after Ovopel and Ovaprim treatment. *Aquaculture Research*, 47(3), 1-10. DOI: [10.1111/are.12544](https://doi.org/10.1111/are.12544)
- Dehais, C., Eudeline, R., Berrebi, P. & Argillier, C. (2010). Microgeographic genetic isolation in chub (Cyprinidae: *Squalius cephalus*) population of the Durance River: estimating fragmentation by dams. *Ecology of Freshwater Fish*, 19, 267-278. DOI: [10.1111/j.1600-0633.2010.00411.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2010.00411.x)
- Demirol, F., Gündüz, F., Yıldız, N., Kurtoğlu, M., Çoban, M.Z. & Yüksel, F. 2016. Some growth parameters of chub (*Squalius cephalus*) living in Uzunçayır Dam Lake (Tunceli-Turkey). *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(2), 67-76. DOI: [10.17216/LimnoFish-5000125245](https://doi.org/10.17216/LimnoFish-5000125245)
- Garcia, C.B., Buarte, J. O., Sandoval, N., Von Schiller, D. & Mello, N.P. (1989). Length-weight relationships of demersal fishes from The Gulf of Salamanca, Colombia. *Fishbyte*, 21, 30-32.

- Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J., Canario, A.V.M. & Erzini, K. (1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. *Fisheries Research*, 30, 253–256.  
DOI: [10.1016/S0165-7836\(96\)00569-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(96)00569-3)
- Gouskov, A. (2016). Impacts of river fragmentation on the genetic population structure of the chub (*Squalius cephalus*) [PhD Thesis]. ETH Zurich. 131 p.
- Hossain, M.Y., Ahmed, Z. F., Leunda, PM., Jasmine, S., Oscoz, J., Miranda, R. & Ohtomi, J. (2006). Condition, length-weight and length-length relationships of the Asian striped catfish *Mystus vittatus* (Bloch, 1794) (Siluriformes: Bagridae) in the Mathabanga River, southwestern Bangladesh. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 304–307.  
DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00803.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00803.x)
- Innal, D. (2010). Growth properties of three Cyprinid species [*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758); *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758) and *Alburnus escherichii* Steindachner, 1897] living in Camkoru Pond (Ankara-Turkey). *Kafkas University Journal of Veterinary Faculty*. 16 (Suppl-B), 297–304.  
DOI: [10.9775/kvfd.2010.2346](https://doi.org/10.9775/kvfd.2010.2346)
- Kautrakis, E.T. & Tsikiras, A.C. (2003). Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 258–260.  
DOI: [10.1046/j.1439-0426.2003.00456.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2003.00456.x)
- Kara, C. & Solak, K. (2004). Growth properties of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Sir Dam Lake (Kahramanmaraş). *KSU Sciences and Engineering Journal*, 7(2), 1–8.
- Karataş, M. & Can, M.F. (2005) Growth, mortality and yield of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) population in Almus Dam Lake, Turkey. *Journal of Biological Sciences* 5(6), 729–733.
- Kalkan, E., Yilmaz, M. & Erdemli, A.U. (2005). Some biological properties of the *Leuciscus cephalus* (L., 1758) population living in Karakaya Dam Lake in Malatya (Turkey). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 29 (1), 49–58.
- Kirankaya, Ş.G. & Ekmekçi F.G. (2007). Variations in growth properties of chub (*Squalius cephalus*, L., 1758) living in Gelengüllü Dam Lake. *Journal of Balikesir University Institute of Science and Technology*, 9(2), 125–134.
- Kılıç, S. & Bicer, Z.A. (2016). Growth and Reproduction of Chub (*Squalius cephalus*) in Lake Yeniçağa, Bolu, Turkey. *International Journal of Agriculture & Biology*. 18(2), 149-424. DOI: [10.17957/IJAB/15.0106](https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0106)
- Koç, H.T., Erdogan, Z., Tinkci, M. & Treer, T. (2007). Age, growth and reproductive characteristics of chub, *Leuciscus cephalus* (L., 1758) in İkizcetepeler Dam Lake (Balıkesir). *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 19–24. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2006.00787.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00787.x)
- Laroche, J., Durand, J.D., Bouvet, Y., Guinand, B. & Brohon, B. (1999). Genetic structure and differentiation among populations of two cyprinids, *Leuciscus cephalus* and *Rutilus rutilus*, in a large European river. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 56, 1659–1667.  
DOI: [10.1139/f99-100](https://doi.org/10.1139/f99-100)
- Moutopoulos, D.K. & Stregiou, K.I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 200–203.  
DOI: [10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x)
- Mert, R., Bulut, S. & Solak, K. (2015). Apa Baraj Gölü'nde Yaşayan *Squalius cephalus* (L., 1758)'un Bazı Biyolojik Özellikleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6 (2), 1-12.
- Nikolsky, G.V. (1963). *The Ecology of Fishes*, Academic Press., London.
- Özcan, E.İ., Serdar, O. & Aydin, R. (2017). Length-weight and length-length relationships of *Squalius cephalus* (L., 1758) in Karasu River (Erzincan-Erzurum). *Yunus Araştırma Bülteni*, 1, 109-114.  
DOI: [10.17693/yunusae.v17i26557.284938](https://doi.org/10.17693/yunusae.v17i26557.284938)
- Petrakis, G. & Stergiou, K.I. (1995). Length-weight relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fisheries Research*, 21, 465–469.  
DOI: [10.1016/0165-7836\(94\)00294-7](https://doi.org/10.1016/0165-7836(94)00294-7)
- Şaşı, H. & Balık, S. (2003). Age, growth and sex ratio of chub (*Leuciscus cephalus* L., 1758) in Topçam Dam Lake. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 20, 503–515.  
DOI: [10.12714/egejfas.2003.20.3.5000157106](https://doi.org/10.12714/egejfas.2003.20.3.5000157106)
- Şaşı, H. & Özay, G.G. (2017). Age, growth, length-weight relationship and reproduction of chub, *Squalius cephalus* (L., 1758) in upper Akcay River, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 49 (5), 1571-1580.  
DOI: [10.17582/journal.pjz/2017.49.5.1571.1580](https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.5.1571.1580)
- Singh, M. & Serajuddin, M. (2017). Length-weight, length-length relationship and condition factor of *Channa punctatus* collected from three different rivers of India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5 (1), 191-197.
- Sedaghat, S., Ahangari, W.D.P., Arabi, M.H., Rahmani, H. & Vatandoust, S. (2012). Age and Growth of Chub, *Squalius cephalus* (Bonaparte, 1837), in Gamasiab River of the Hamadan Province, Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4(6), 550–553.  
DOI: [10.5829/idosi.wjfps.2012.04.06.64171](https://doi.org/10.5829/idosi.wjfps.2012.04.06.64171)
- Stefanova, E., Uzunova, E., Hubenova, T., Vasileva, P., Terziyski, D. & Iliev, I. (2008). Age and growth of the chub *Leuciscus cephalus* L., from the Maritz River (South Bulgaria). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14(2), 214-220.
- Turan, D., Tomovic, L. & Peši, V. (2007). Morphological variation in a common Turkish cyprinid, *Squalius cephalus*, across Turkish water catchment areas. *Journal of Zoology in the Middle East*. 40(1), 63-70.  
DOI: [10.1080/09397140.2007.10638205](https://doi.org/10.1080/09397140.2007.10638205)
- Ünver, B. & Kekilli, S. (2010). Growth properties of chub (*Squalius cephalus* L., 1758) in the Hafik Lake (Sivas). *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6: 1 20-28.
- Ünver, B. & Erk'akan, F. (2012). Population characteristics of *Squalius cephalus* in Lake Tödürge (Sivas). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 29, 95–100. DOI: [10.12714/egejfas.2012.29.2.5000156440](https://doi.org/10.12714/egejfas.2012.29.2.5000156440)
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistical analysis*. New Jersey, Prentice-Hall.



## Mortality of Common pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) escaping from demersal trawl codends: Water temperature effect

Dip trolünün torba kısmından kaçan kırma mercan balığının (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) ölüm oranları: Su sıcaklığının etkisi

F. Ozan Düzbastılar\*  • Altan Lök  • Ali Ulaş 

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

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

Received date: 26.02.2018

Accepted date: 02.04.2018

### How to cite this paper:

Düzbastılar, O., Lök, A & Ulaş, A. (2018). Mortality of Common pandora (*Pagellus erythrinus* Linnaeus, 1758) escaping from demersal trawl codends: Water temperature effect. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 181-188. DOI:10.12714/egejfas.2018.35.2.11

**Abstract:** In total, 24 replicate hauls were conducted on January-February in 2011 and September in 2012. A tailored bottom trawl with 800 meshes around the mouth was used with covers to retain individuals of common pandora (*Pagellus erythrinus*). Mortality of fish escaping through 40 mm square, 44 and 50 mm diamond mesh codends was investigated by collecting and monitoring the escapees from the codend covers for 7 days. We also observed possible water temperature effect in the escape mortality of common pandora. The escape mortality of common pandora was negligible (<5%). No significant difference was demonstrated in the average mortality for all test codends and controls between the winter and the summer ( $p>0.05$ ). Mesh size and shape was not a significant factor ( $p>0.01$ ) for the both seasons.

**Keywords:** Escape mortality, bottom trawl, common pandora, water temperature, Aegean Sea

**Öz:** Ocak-Şubat 2011 ve Eylül 2012 tarihleri arasında toplam 24 trol çekimi yapılmıştır. 800 gözlü kesimli dip trol ağından kaçan kırma mercan (*Pagellus erythrinus*) bireylerini yakalamak için örtü kullanılmıştır. 40 mm kare, 44 ve 50 mm rombik gözlü trol torbalarından kaçan bireylerin ölüm oranları 7 gün boyunca yapılan gözlemler ile tespit edilmiştir. Ayrıca su sıcaklığının kırma mercan ölümleri üzerine etkisi de incelenmiştir. Kırma mercan'ın ölüm oranları düşük bulunmuştur (<5%). Kişi ve yaz mevsimleri için deneme ve kontrol gruplarında saptanan ortalama ölüm oranlarında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Her iki mevsim için de ağı göz boyutu ve şekli istatistiksel olarak önemli bir faktör değildir ( $p>0.01$ ).

**Anahtar kelimeler:** Kaçış mortalitesi, dip trolü, kırma mercan, su sıcaklığı, Ege Denizi

## INTRODUCTION

Escape mortality, which is a component of unaccounted mortality, has been described as pre-catch losses occur fish that escaped and died later (Gilman et al., 2016). The results of escape mortality have been reported approximately for 40 fish species, particularly gadoids and flatfishes, by several researchers (Sangster et al., 1996; Suuronen et al., 1996; Suuronen, 2005; Ingólfsson et al., 2007; Düzbastılar et al., 2010a; Düzbastılar et al., 2010b, c; Düzbastılar, 2014). Information of fishing gear selectivity is essential to good the probability of survival. However, improving the gear selectivity without reducing the injuries of fish escaping from the fishing gear is not applicable to fisheries management (Suuronen, 2005; Guijarro and Massuti, 2006).

Traditional Turkish demersal trawl selectivity is rather poor and has a considerable amount of by-catch and discards (Özbilgin and Tosunoğlu, 2003; Soykan et al., 2016).

Therefore, there are many studies associated with bottom trawls incorporating the selectivity of trawl codends in Turkish fisheries (Özbilgin et al., 2007; Deval et al., 2006; Tosunoğlu et al., 2009). However, studies focusing on the escape mortality of fish escaping from the trawl codend in the Mediterranean Sea are scarce (Metin et al., 2004; Düzbastılar et al., 2010a, b, c; Düzbastılar et al., 2016). Unfortunately, a considerable amount of survival studies does not reflect the commercial trawl fishery (Suuronen, 2005). Because, there are major problems affecting inadequate investigations on survival rates such as mixed-species trawl fishery, some methodological defects (high mortality in control groups, sampling time, catch size etc.), and having extremely complicated and problematic structure (Metin et al., 2004; Suuronen, 2005; Düzbastılar et al., 2010a, c). A small number of fish species escaping from trawl codends was investigated (Metin et al., 2004; Düzbastılar et al. 2010a, b, c;

Düzbastılar, 2014; Düzbastılar et al., 2016, 2017) while more than 50 species were captured by trawlers in Turkish waters (Tosunoğlu et al., 2003).

One of the major factors causing mortality of trawl-caught fish is water temperature influencing physiological activities and fish behaviours (Özbilgin and Wardle, 2002). However, a few investigations about the water temperature effect on the escape mortality were conducted and most of these so far have not reflected the commercial trawl fishery (Suuronen et al., 2005; Düzbastılar et al., 2010a; Düzbastılar, 2014; Düzbastılar et al., 2017). Nevertheless, the effect of seawater temperature, which is a key factor affecting fish condition, swimming performance (Özbilgin and Wardle, 2002), spawning stage (Özbilgin et al., 2007), healing of gear-induced wounds (Suuronen, 2005; Suuronen et al., 2005; Düzbastılar et al., 2015) etc., must be studied in order to understand its function in the escape mortality. In this study, the escape mortality of common pandora, which is targeted species by commercial trawls in the Aegean Sea and the effect of water temperature on the mortality of fish escaping from trawl codends was reported. In addition, the condition factor of common pandora was calculated in order to determine the difference between the escapees and the season.

## MATERIALS AND METHODS

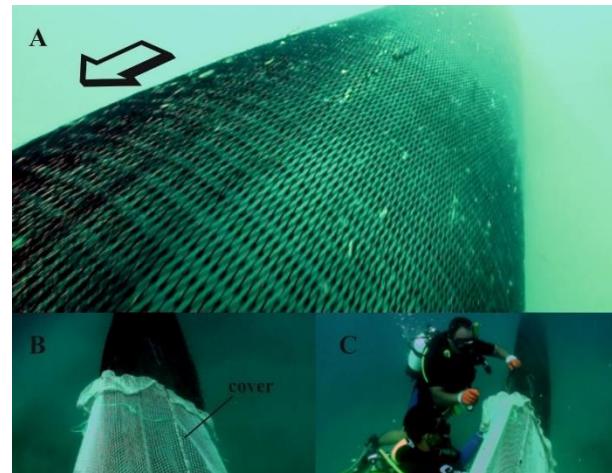
Two experiments were conducted by R/V EGESÜF (26.8 Loa, 405 kW) in the İzmir Bay (Aegean Sea, Turkish coast) during the periods 26 January–4 February 2011, and 8–16 September 2008. A conventional bottom trawl (800 meshes) was used in samplings (Fig. 1A-C). Three polyethylene (PE) codends (40 mm square, 44 and 50 mm diamond mesh) were tested. A total of 24 hauls with 15 min tow duration (6 control + 18 test cages) were performed in depths of 10–30 m for the both seasons, located between lat 38.38333°–38.40000° N and long 26.78333°–26.80000° E. Sea water temperature around the cages were measured using a digital thermometer by divers three times a day.

In total, 9 hauls (3 experiments x 3 replicates) were conducted for test cages for each year. For the control category, which were defined as open codend, the trawl codend was opened and fish were caught in codend cover. In the test hauls, a same type of cover was used to collect escapees. Covers (7.5 m in length and 0.8 m in radius) were made of knotless polyamide (PA) netting in 24 mm mesh size. At the end of each haul, the cover was detached from the trawl, moved and fixed to the sea ground (<10 m) by divers (Fig. 2).

Control and test cages were observed by divers three times a day for 7 days. The mortalities were collected and the survivors were fed by divers using one-meter-long zipper mounted three different locations of the cover. All dead fish were transferred to the laboratory for measurement. At the end of the monitoring period (on day 8), survivors in all the cages were retrieved. The number of dead and survived fish along with information of their size ranges, mean, min and max lengths, and standard deviation (s.d.) of the size distribution are

obtained. Total (*TL*) and standard lengths (*SL*) of dead fishes and survivors were measured to the nearest mm. Escape mortality (*F<sub>E</sub>*) was calculated by the equation, where *n<sub>m</sub>* is the number of mortalities, and *n* is the total number of escaped fish in a cage.

$$F_E = \frac{n_m}{n} \times 100$$



**Figure 1.** A. Bottom trawl surveys were successfully performed maintaining a continuous towing speed of 2.7 knots. B. Codend cover was attached to the codend using a thin polypropylene (PP) rope C. Codend cover was detached from the codend by cutting the rope very quickly connecting the cover and the codend by divers (Underwater video recordings were performed by Altan Lök)

The underwater observations (the behaviour of the captive fish, trawl performance and underwater works) were recorded by an underwater camera (Sony PC350E with housing Sea&Sea) by divers in the form of video clips.

Fulton's condition factor (*K*) was calculated from the weight and total length of the fish using the formula of Fulton (1904) to determine the possible variation between months (January and September) on fish condition:

$$K = \frac{(\text{weight } [g] \times 100)}{\text{length } ^3[\text{cm}^3]}$$

The length (*TL*)-weight (*W*) relationship was estimated by using the equation (Ricker, 1973), where *a* and *b* are the coefficients calculated by the least squares method.

$$W = \log a + b \log TL$$

$$W = a L^b$$

The effect of water temperature on the mortality of test codends (40 mm square, 44 and 50 mm diamond mesh codends) in length groups was tested by t-test. ANOVA was used to determine whether there is a significant difference between mortality rates of test codends. The difference between each of two test codends was analysed by t-test. F-test was used to analyse the condition factor of survivors in different codends and seasons.



**Figure 2:** The settlement of codend covers were used as an observation cage during the experiments (Underwater video recordings were performed by F. Ozan Düzbastilar)

## RESULTS

In winter 2011, 12 hauls were conducted. Mean water temperature was 13°C at the cage site. In test and control cages, red mullet (*Mullus barbatus*) was the most abundant species (931), followed by solenette (640) (*Buglossidium luteum*, Soleidae), scadfish (514) (*Arnoglossus laterna*, Bothidae), annular seabream (442) (*Diplodus annularis*, Sparidae), common pandora (440) (*Pagellus erythrinus*, Sparidae), blotched picarel (438) (*Spicara maena*, Centracanthidae), and brown comber (397) (*Serranus hepatus*, Serranidae). In the catch composition, number of fish and species were differed between years.

In summer 2012, there were 12 hauls and mean temperature was 25°C at the study site. In the test and control codends, red mullet was the most captured fish (2743), followed by anchovy (947) (*Engraulis encrasicolus*, Engraulidae), brown comber (840), red bandfish (668) (*Cepola macrophthalmus*, Cepolidae), blotched picarel (560), black goby (539) (*Gobius niger*, Gobiidae), solenette (407), and common pandora (292).

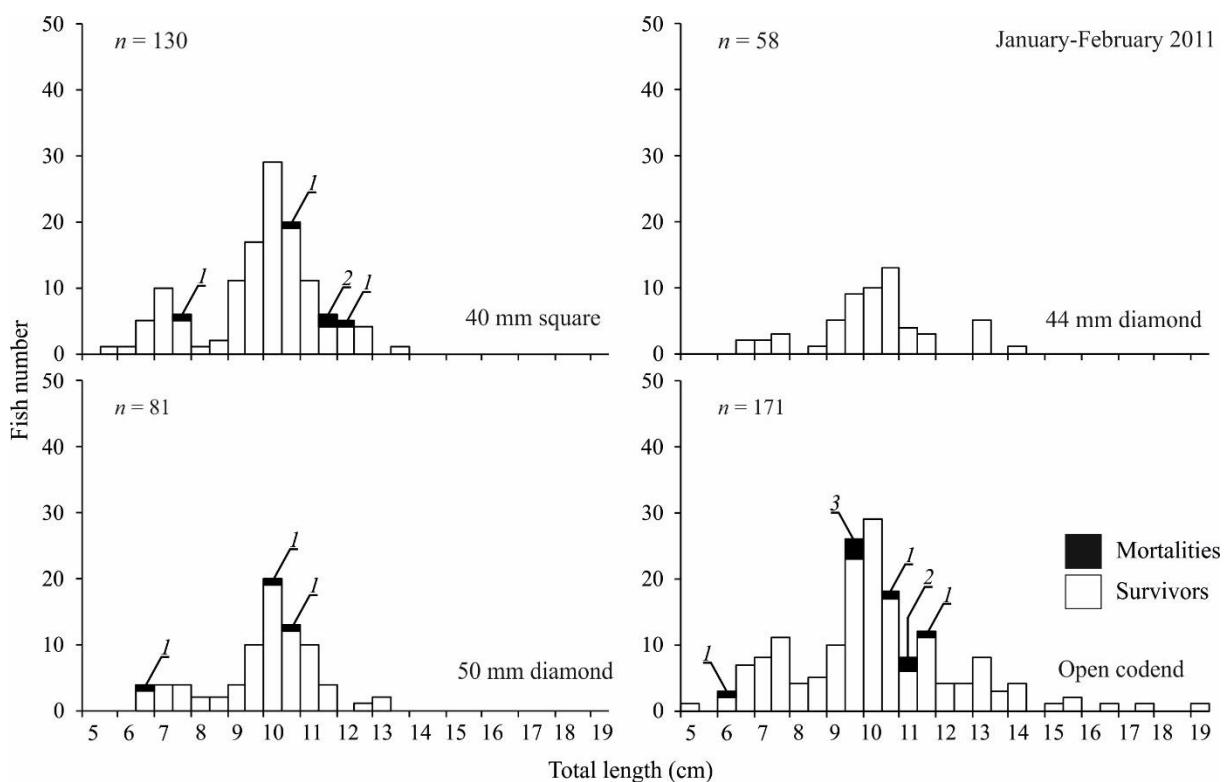
The total number of common pandora escaped from 40 mm square, 44 mm and 50 mm diamond mesh codends were 130, 58 and 81 in winter, respectively (Table 1, Fig. 3). The size of these fish ranged between 5.6 and 13.9 cm. Escape mortality

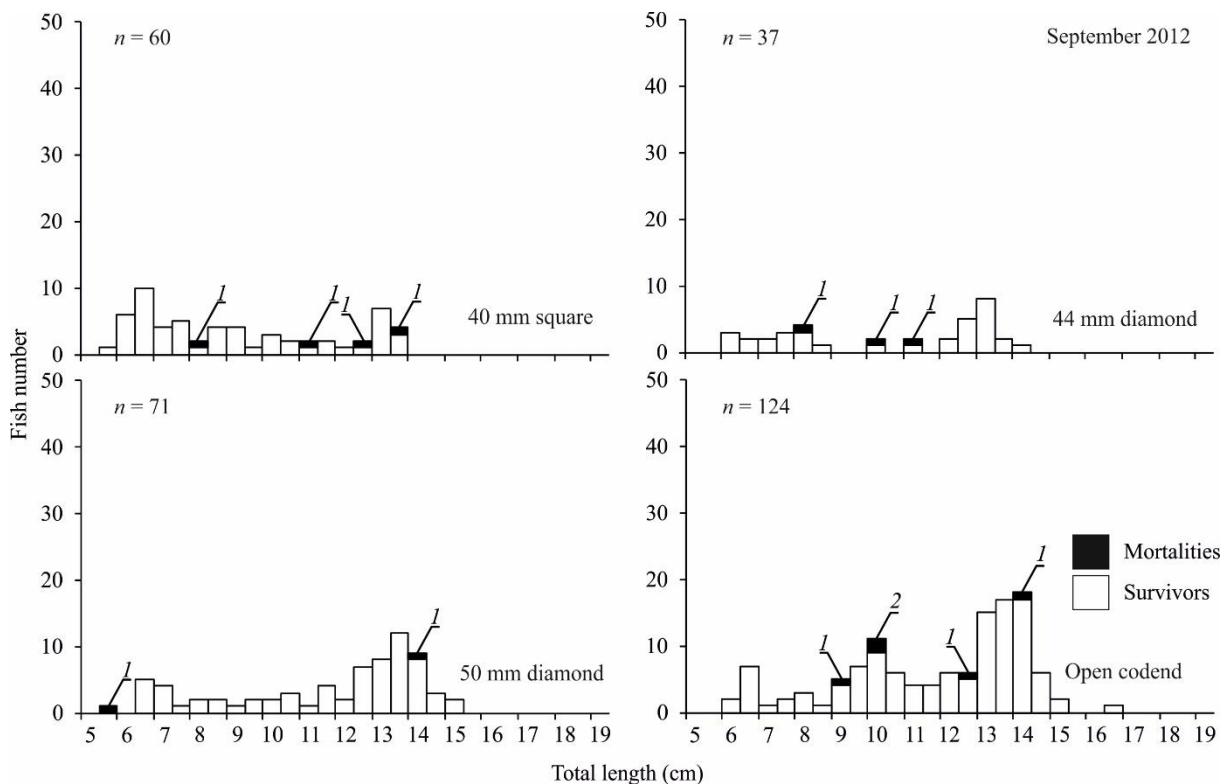
percentages were 1.6, 4.3, and 6.8 in the 3 square mesh codend cages. There was no mortality of common pandora in 44 mm diamond mesh codends. There were only 3 dead common pandora individuals in cage 1 (50 mm diamond mesh codends), resulted in escape mortality percentage of 5.4. There was no difference in mortality rates between control (mean, 5.3% $\pm$ 4.6) and experimental groups (mean, 2% $\pm$ 2.7) in winter ( $p>0.01$ ). Mesh size and shape were not significant factors for the escape mortality of common pandora in winter season ( $p>0.01$ ).

In summer, the total number of common pandora in 40 mm square, 44 mm and 50 mm diamond mesh codends cages were 60, 37, and 71, respectively (Table 1). The sizes of fish ranged between 5.6 and 14.9 cm in the six cages population. There were 4 dead individuals in 40 mm square cages, 3 in 44 mm diamond cages, and 2 in 50 mm diamond cages, resulted in mean escape mortality percentages of 2.9, 5.9, and 3.3, respectively (Table 1, Fig. 4). Statistically, there was no difference in the escape mortality rates between control (mean, 4.2% $\pm$ 4.6) and test (mean, 4% $\pm$ 6.5) cages for summer season ( $p>0.01$ ). The escape mortality did not differ significantly between test categories ( $p>0.01$ ). It was concluded that the mortality of common pandora in the test cages for two experiments (2011 and 2012) was negligible and the escape mortality was unrelated to the water temperature effect ( $p>0.05$ ).

**Table 1.** Data of common pandora escaping from square, diamond mesh codends and open codend during winter-2011 and summer-2012 experiments ( $n$ : total fish number;  $n_M$ : number of mortalities;  $F_E$ : escape mortality in percentage; s.d.: Standard deviation)

Cages	Cage no	Winter-2011								Summer-2012							
		$n$	$n_M$	$F_E$	Total length (cm)				s.d.	$n$	$n_M$	$F_E$	Total length (cm)				s.d.
					mean	min	max						mean	min	max		
40S	1	63	1	1.6	9.7	5.6	13.5	1.6	46	4	8.7	9.1	5.7	13.6	2.6	2.6	
	2	23	1	4.3													
	3	44	3	6.8													
44D	1	28	0	0.0	10.1	6.5	13.9	1.6	15	0	0.0	10.4	6.0	14.0	2.8	2.8	
	2	13	0	0.0													
	3	17	0	0.0													
50D	1	56	3	5.4	9.8	6.5	13.3	1.4	40	0	0.0	11.4	5.6	14.9	2.7	2.7	
	2	11	0	0.0													
	3	14	0	0.0													
OC	1	72	0	0.0	10.1	5.0	18.8	2.2	110	4	3.6	11.7	6.2	16.3	2.5	2.5	
	2	86	7	8.1													
	3	13	1	7.7													

**Figure 3:** Common pandora in the codends (winter 2011): numbers of mortalities and survivors in each length class for the combined data of the test (40 mm square, 44 and 50 mm diamond) and open codend cages ( $n$ : number of fish)



**Figure 4:** Common pandora in the codends (summer 2012): numbers of mortalities and survivors in each length class for the combined data of the test (40 mm square, 44 and 50 mm diamond) and open codend cages ( $n$ : number of fish)

The calculated LWR parameters of common pandora in the combined test and open codends were presented in Figure 5. Fulton's condition factor ( $K_M$ ) for survivors in 40 mm square, 44 and 50 mm diamond mesh codends, and open codends were  $1.22 \pm 0.07$ ,  $1.17 \pm 0.06$ ,  $1.21 \pm 0.08$ , and  $1.21 \pm 0.14$  in winter, 2011, respectively (Table 2). There were no significant differences in the mean condition factor ( $p > 0.05$ ) between the survivors placed in experimental cages and controls.

In summer 2012,  $K_M$  values in 40 mm square, 44 and 50 mm diamond mesh codends, and open codends were  $1.37 \pm 0.21$ ,

$1.33 \pm 0.18$ ,  $1.38 \pm 0.17$ , and  $1.49 \pm 0.21$ , respectively (Table 2). No significant difference from test and control cages was found ( $p > 0.05$ ).

However, for the survivors in the open codend cages, there were significant differences for the mean calculated condition factor between winter (1.21) and summer (1.49) ( $p < 0.05$ ). In the 3 test cages (40 mm square, 44 mm and 50 mm diamond mesh codends), there was significant differences in condition factor between winter and summer seasons ( $p < 0.05$ ).

**Table 2.** Length-weight relationship of common pandora survivors escaping from square, diamond mesh codends and open codend during winter-2011 and summer-2012 experiments (a: Intercept; b: Slope of the linear regression; CF: Condition factor;  $K_M$ : The mean calculated condition factor (Fulton's);  $TL_M$ : Mean total length-cm)

	Winter-2011				$TL_M$	Summer-2012				$TL_M$
	a	b	CF	$K_M$		a	b	CF	$K_M$	
<i>Survivors</i>										
40 mm square	0.01	2.99	1.25	$1.22 \pm 0.07$	9.6	0.01	3.09	1.13	$1.37 \pm 0.21$	9.0
44 mm diamond	0.01	2.89	1.51	$1.17 \pm 0.06$	9.4	0.02	2.93	1.56	$1.33 \pm 0.18$	10.4
50 mm diamond	0.01	3.03	1.13	$1.21 \pm 0.08$	9.8	0.02	2.94	1.60	$1.38 \pm 0.17$	11.6
Open codend	0.02	2.89	1.53	$1.21 \pm 0.14$	9.8	0.02	2.85	2.14	$1.49 \pm 0.21$	11.7

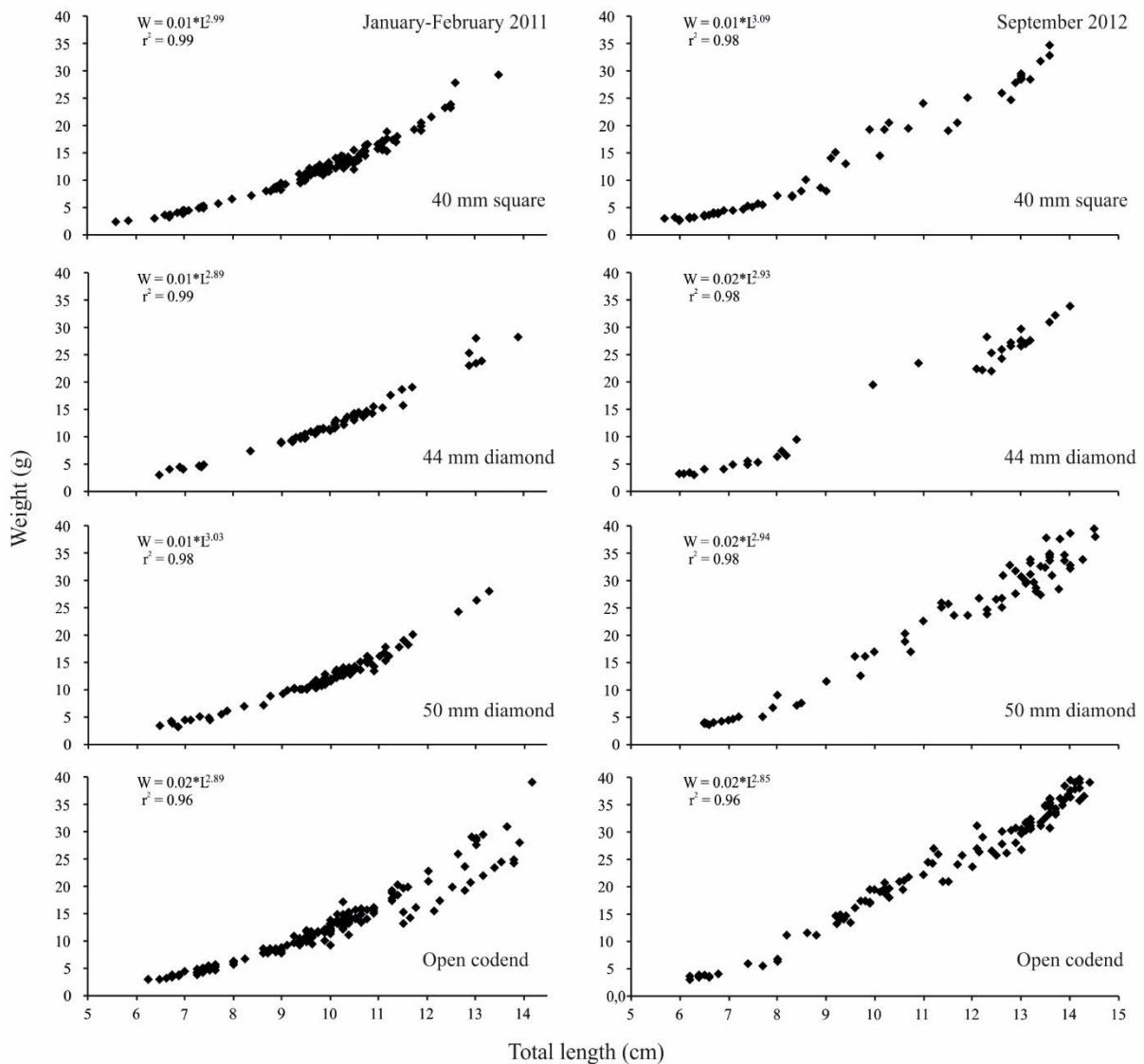


Figure 5: Total length-weight relationship of survivors for the all test and open codend cages in winter and summer

## DISCUSSION

The aims of this study were to investigate the escape mortality rates of common pandora for square and diamond mesh codends and the effect of water temperature on those rates. In addition, the condition factor of survivors was calculated to show the possible difference between the test and control groups and seasons. In the experiments, open codend was used to capture common pandora individuals in similar size range likewise the control groups in order to compare test cages.

The escape mortality depends on many factors such as fish species and size, mesh size and shape, catch size and composition, water temperature, fishing gear properties (Sangster et al., 1996; Suuronen, 2005; Broadhurst et al., 2006; Ingólfsson et al., 2007; Düzbastılar et al., 2017). We focused

on the effects of mesh size and shape by considering water temperature and condition factor, which are accounted to be seasonal effects, on the escape mortality for common pandora. Therefore, three different codends were tested to demonstrate the effects of mesh size and shape on the mortality of fish escaping from trawl codends. However, the mortality was not affected by mesh size and shape for both seasons. Similarly, some studies have reported that mesh size was not related to fish mortality or had less influence on the escape mortality (Sangster et al., 1996; Suuronen et al., 1996). The mesh shape has an important role for decreasing the escape mortality, because fish may pass more easily through square mesh codends than diamond mesh codends (Suuronen, 2005). In the experiments, we tested one square and two diamond mesh codends and average mortality rates of 40 mm square, 44 mm and 50 mm diamond mesh codends were 4.2%, 0%, and 1.8%,

respectively in winter, 2011. Likewise, we observed low mortality, as 2.9, 5.9, and 3.3%, respectively, for the above mentioned codends respectively in summer 2012. Düzbastilar et al. (2010b) reported that the square mesh (40 mm) codend cages had a greater mean survival rate of red mullet than that of the diamond mesh (40 mm) codend cages.

The average mortality rates of common pandora in the test cages did not differ significantly between winter (2.0%; s.e.: 0.91) and summer (4.0%; s.e.: 2.17). Similarly, control cages were not seriously different in winter and summer, resulting in average mortality rates of 5.3% and 4.2%, respectively. Low water temperatures may affect the behaviour of fish, which influences fish swimming performance and escapement of fish from the codends (He and Wardle, 1988; Özbilgin and Wardle, 2002). Nevertheless, Suuronen et al. (2005) observed lower mortality (<3%) of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at lower water temperatures (<10°C compared to >15°C). Higher mortalities (up to 75%) were determined when the observation cages were held at higher temperatures because of the cover-cage method as described by Lehtonen et al. (1998). Düzbastilar et al. (2017) found that mean escape mortality of mullet for all trawl hauls in winter (33.2%±6.51) was higher than that in summer (26.5%±6.19). Likewise, Düzbastilar (2014) reported higher mortality rates (between 61.3-95.3%) for red bandfish at higher seawater temperatures (<13°C and compared to >24.9°C). However, Düzbastilar et al. (2010a) found that the mortality of brown comber (2.2% in winter and 1.9% in summer) escaping from diamond mesh codends was not affected by seawater temperature (<13°C and compared to >24°C).

Fish condition varies with fish size (Ricker, 1973) and is associated with age, sex, environment, water temperature, feeding pattern, and stress factors (Barton and Schreck, 1987; Brown et al., 1987; Bolger and Connolly, 1989; Carscadden and Frank, 2002). We used Fulton's condition factor ( $K_M$ ), which is one of the condition indices, to determine the possible difference between the survivors of test and control cages and season.  $K_M$  was calculated for 346 survivors observed in the test and control cages, which varied in the range between 1.17 and 1.22 in winter 2011. In summer 2012,  $K_M$  values were calculated for 280 survivors and ranged between 1.33 and 1.49. We found that the condition index, which is the one of seasonal

factors, did not differ between the test cages and control in winter. Differences in  $K_M$  values for summer season showed similar results. Fulton's condition factor differed significantly from winter (mean, 1.20) to summer (mean, 1.40). Conversely, the results of condition factor did not affect the mortality rate between winter and summer. Likewise, Düzbastilar et al. (2017) determined that in terms of K factor, there was no significant difference between dead fish and survivors ( $p>0.01$ ) of the escapees of red mullet for all the hauls in summer and winter seasons. In experiments, average total lengths of fish passed through the codend meshes were 9.9 cm (min, 5.6 cm and max, 13.9 cm) and 10.3 cm (min, 5.6 cm and max, 14.9), in winter and summer respectively. The weight of fish in test cages was 12.2 g in winter and 18.1 g in summer. Metin et al. (2013) reported the total lengths at first maturity of females and males to be 11.30 and 15.08 cm, respectively in Izmir Bay, in the central Aegean Sea. Although the difference at the condition factors between winter and summer periods was a significant, it was not effective on the escape mortality. This result might be stem from the escaped fish are smaller than its first maturity length.

This study determines that codend escape mortality for common pandora is not related to mesh shape and size of trawl codend and the effect of water temperature. We concluded that the mortality of the species escaping from trawl codend was negligible although experimental conditions did not reflect the commercial fishing conditions. On the other hand, to develop our knowledge on the management strategy, the escape mortality investigations should be conducted for various fish species in addition to selectivity studies to decrease mortality by using selective devices, and new materials (soft and knotless fibres).

## ACKNOWLEDGEMENTS

In the study, part of the data from TÜBİTAK (Scientific and Technological Research Council of Turkey) project 110O335 and EBİLTEM (Ege University Science and Technology Centre) project 2012/BİL/034 was used. We would like to thank the TÜBİTAK and EBİLTEM for financial support as well as our colleagues for their assistance during the experiments.

## REFERENCES

- Barton, B.A. & Schreck, C.B. (1987). Metabolic cost of acute physical stress in juvenile steelhead. *Transactions of the American Fisheries Society*, 116, 257-263. DOI: [10.1577/1548-8659\(1987\)116<257:MCOAPS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1987)116<257:MCOAPS>2.0.CO;2)
- Bolger, T. & Connolly, P.L. (1989). The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology*, 34: 171-182. DOI: [10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x)
- Broadhurst, M.K., Suuronen, P., & Hulme A. (2006). Estimating collateral mortality from towed fishing gear. *Fish and Fisheries*, 7: 180-218. DOI: [10.1111/j.1467-2979.2006.00213.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2006.00213.x)
- Brown, J.A., Johansen, P.H., Colgan, P.W. & Mathers, R.A. (1987). Impairment of early feeding behaviour of largemouth bass by pentachlorophenol exposure: a preliminary assessment. *Transactions of the American Fisheries Society*, 116: 71-78. DOI: [10.1577/1548-8659\(1987\)116<71:IOEFBO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1987)116<71:IOEFBO>2.0.CO;2)
- Carscadden, J.E. & Frank, K.T. (2002). Temporal variability in the condition factors of Newfoundland capelin (*Mallotus villosus*) during the past two decades. *ICES Journal of Marine Science*, 59, 950-958. DOI: [10.1006/jmsc.2002.1234](https://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1234)
- Deval, M.C., Bök, T., Ateş, C. & Özbilgin, H. (2006). Selectivity of PE and PA material codends for rose shrimp *Parapenaeus longirostris* in Turkish twin rigged beam trawl fishery. *Fisheries Research*, 81, 72-79. DOI: [10.1016/j.fishres.2006.05.007](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.05.007)
- Düzbastilar, F.O., Özgül, A., Aydin, İ., Gülb, B. & Soykan, O. (2010a). A preliminary study on the survival of brown comber, *Serranus hepatus*

- (Actinopterygii, Perciformes, Serranidae), escaping from the codend of a bottom trawl. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 40, 27-36.  
DOI: [10.3750/AIP2010.40.1.04](https://doi.org/10.3750/AIP2010.40.1.04)
- Düzbastılar, F.O., Özbilgin, H., Aydin, C., Metin, G. & Ulaş, A. (2010b). Mortalities of fish escaping from square and diamond mesh codends in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 106, 386-392.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2010.09.008](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.09.008)
- Düzbastılar, F.O., Aydin, C., Metin, G., Lök, A. & Ulaş, A. (2010c). Survival of fish after escape from a 40 mm stretched diamond mesh trawl codend in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, 74(4), 755-761.  
DOI: [10.3989/scimar.2010.74n4755](https://doi.org/10.3989/scimar.2010.74n4755)
- Düzbastılar, F.O. (2014). Determining escape mortality of red bandfish (*Cepola macrophthalma*) escaping from bottom trawl (in Turkish). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(2), 61-68.  
DOI: [10.12714/egejfas.2014.31.2.02](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.2.02)
- Düzbastılar, F.O., Laleli, T., Özgül, A. & Metin, G. (2015). Determining the severity of skin injuries of red mullet, *Mullus barbatus* (Actinopterygii: Perciformes: Mullidae), inflicted during escape from trawl codend. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 45(1), 75-83. DOI: [10.3750/AIP2015.45.1.08](https://doi.org/10.3750/AIP2015.45.1.08)
- Düzbastılar, F.O., Aydin, C. & Güll, B. (2016). Mortality of non-target flatfishes escaping from demersal trawl codends. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 1194-1204. DOI: [10.1111/jai.13220](https://doi.org/10.1111/jai.13220)
- Düzbastılar, F.O., Breen, M., Aydin, C., Özbilgin, H., Özgül, A., Ulaş, A., Metin, G., Güll, B. & Lök, A. (2017). Seasonal variation in mortality of red mullet (*Mullus barbatus*) escaping from codends of three different sizes in the Aegean Sea. *Scientia Marina*, 81(3): 339-349.  
DOI: [10.3989/scimar.04600.19A](https://doi.org/10.3989/scimar.04600.19A)
- Fulton, T.W. (1904). *The rate of growth of fishes*. Fisheries Board of Scotland Annual Report 22. Edinburgh (Part 3).
- Gilman, E., Suuronen, P., Hall, M. & Kennelly, S. (2016). Causes and methods to estimate cryptic sources of fishing mortality. *Journal of Fish Biology*, 83, 766-803. DOI: [10.1111/jfb.12148](https://doi.org/10.1111/jfb.12148)
- Guijarro, B. & Massuti, E. (2006). Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (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)
- He, P. & Wardle, C.S. (1988). Endurance at intermediate swimming speeds of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., herring, *Clupea harengus* L., and saithe, *Pollachius virens* L. *Journal of Fish Biology*, 33, 348-360.  
DOI: [10.1111/j.1095-8649.1988.tb05468.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1988.tb05468.x)
- Ingólfsson, O.A., Soldal, A.V., Huse, I. & Breen, M. (2007). Escape mortality of cod, saithe, and haddock in a Barents Sea Trawl Fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 64, 1836-1844. DOI: [10.1093/icesjms/fsm150](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm150)
- Lehtonen, E., Tschemnj, V. & Suuronen, P. (1998). An improved method for studying survival of fish that escape trawl-codend meshes. *Fisheries Research*, 38, 303-306. DOI: [10.1016/S0165-7836\(98\)00163-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(98)00163-5)
- Metin, C., Tokaç, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., & Lök, A. (2004). Survival of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) after escape from a trawl codend in the Aegean Sea. *Fisheries Research*, 70, 49-53.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2004.06.013](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.06.013)
- Metin, G., İlkyaz, A.T., Soykan, O., & Kinacigil, H.T. (2013). Biological characteristics of the common pandora, *Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758), in the central Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 35(3), 307-315. DOI: [10.3906/zoo-0904-4](https://doi.org/10.3906/zoo-0904-4)
- Özbilgin, H., & Wardle, C.S. (2002). Effect of seasonal temperature changes on the escape behaviour of haddock, *Melanogrammus aeglefinus*, from the codend. *Fisheries Research*, 58 (3): 323-331.  
DOI: [10.1016/S0165-7836\(01\)00394-0](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00394-0)
- Özbilgin, H., & Tosunoğlu, Z. (2003). Comparison of the selectivities of double and single codends. *Fisheries Research*, 63: 143-147.  
DOI: [10.1016/S0165-7836\(03\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00005-5)
- Özbilgin, H., Tosunoğlu, Z., Tokaç, A., & Metin, G. (2007). Seasonal variation in the trawl codend selectivity of blotched picarel (*Spicara smaris*). *ICES Journal of Marine Science*, 64, 1569-1572. DOI: [10.4194/trjfas.2011.0203](https://doi.org/10.4194/trjfas.2011.0203)
- Ricker, W.E., 1973. Linear regressions in fishery research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30(3), 409-434.  
DOI: [10.1139/f73-072](https://doi.org/10.1139/f73-072)
- Sangster, G.I., Lehmann, K., & Breen, M. (1996). Commercial fishing experiments to assess the survival of haddock and whiting after escape from four sizes of diamond mesh codends. *Fisheries Research*, 25, 323-345. DOI: [10.1016/0165-7836\(95\)00430-0](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00430-0)
- Soykan, O., Akgül, Ş.A., & Kinacigil, H.T. (2016). Catch composition and some other aspects of bottom trawl fishery in Stığack Bay, central Aegean Sea, eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(3), 542-547.  
DOI: [10.1111/jai.13042](https://doi.org/10.1111/jai.13042)
- Suuronen, P., Erickson, D.L., & Orrensalo, A. (1996). Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*, 25: 305-321.  
DOI: [10.1016/0165-7836\(95\)00446-7](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00446-7)
- Suuronen, P. (2005). *Mortality of fish escaping trawl gears*. FAO Fisheries Technical Paper 478, Rome, Italy.
- Suuronen, P., Lehtonen, E., & Jounela, P. (2005). Escape mortality of trawl-caught Baltic cod (*Gadus morhua*) - the effect of water temperature, fish size and codend catch. *Fisheries Research*, 71, 151-163.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2004.08.022](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.022)
- Tosunoğlu, Z., Özbilgin, H., & Özbilgin, Y.D. (2003). Body shape and trawl codend selectivity for nine commercial fish species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83, 1309-1313.  
DOI: [10.1017/S0025315403008737](https://doi.org/10.1017/S0025315403008737)
- Tosunoğlu, Z., Aydin, C., Salman, A., & Fonseca, P. (2009). Selectivity of diamond, hexagonal and square mesh codends for three commercial cephalopods in the Mediterranean. *Fisheries Research*, 97, 95-102.  
DOI: [10.1016/j.fishres.2009.01.006](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.01.006)

## Orta Karadeniz'de dip trol balıkçılığı üzerine bir araştırma

### An investigation on bottom trawl fishery in the Middle Black Sea

Naciye Erdoğan Sağlam\*  • Serap Samsun 

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

\*Corresponding author: nes-34@hotmail.com

Received date: 05.03.2018

Accepted date: 02.04.2018

#### How to cite this paper:

Erdoğan Sağlam, N & Samsun, S. (2018). An investigation on bottom trawl fishery in the Middle Black Sea. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 189-193. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.12

**Öz:** Çalışma Karadeniz Bölgesi'ndeki dip trolü balıkçılığının ülkemiz balıkçılığındaki yeri ve avcılığa yönelik uygulamaları belirlemek amacıyla Eylül 2016-Nisan 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Dip trolü ekonomik ve rasyonel anlamda dip balıklarının avcılığında yoğun olarak kullanılan bir av aracıdır. Türkiye'de dip trolu avcılığının yapıldığı sahalara bakıldığında Doğu Karadeniz fazla kırıkkı yapıya sahip olduğundan dolayı dip trolü çekimine uygun değildir. Orta Karadeniz sığ ve düz yapıya sahip olması nedeniyle özellikle Sinop'un batısından Ordu'ya kadar olan sahalar dip trol avcılığı için uygundur. Batı Karadeniz'deki dip trol sahaları Orta Karadeniz kadar geniş olmamakla birlikte İğneada Kefken arasında bulunmaktadır. Araştırmada dip trol ağları ile en çok yakalanan tür olan mezgit balıklarının 7 cm ile 30 cm arasında dağılım gösterdiği ve ortalama  $15 \pm 0,13$  cm boyunda olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Dip trolü, mezgit, Orta Karadeniz

**Abstract:** The study was carried out between September 2016 and April 2017 to determine the location, current status and applications of the catching of the bottom trawl fishing in the Black Sea Region. Bottom trawl is a fishing gear used extensively to catch the demersal fishes as economical and rational. Considering the field where fishing activities held by bottom trawl in Turkey, since the Eastern Black Sea has fractured composition the bottom trawling is not applicable. Due to the shallow and flat structure of the Central Black Sea, the areas from west of Sinop to Ordu are suitable for bottom trawl fishing. Bottom trawling areas in the West Black Sea are not as wide as the Middle Black Sea but they are located between İğneada and Kefken. In this study, the length of whiting fishes, which is the most caught species by bottom trawlers, ranges from 7 cm to 30 cm and an average length is detected as  $15 \pm 0,13$  cm.

**Keywords:** Bottom trawl, whiting, Middle Black Sea

## GİRİŞ

Türkiye balıkçılığında önemli bir yeri bulunan, Türkiye'nin en verimli denizlerinden biri olan Karadeniz Türkiye'nin deniz balıkları avcılığından elde ettiği yıllık su ürünleri üretiminin yaklaşık %74'ünü sağlamakla birlikte, avlanan deniz balıkları bakımından diğer denizlere göre en yüksek paya sahiptir (BSGM, 2016). Ülkemizde demersal türler içerisinde 11541 ton ile en fazla avlanan türün mezgit olduğu görülmektedir (TÜİK, 2017).

Düger denizlerimizde 400-600 m derinliklerde dip balıkçılığından verimli sonuçlar alınmasına karşılık Karadeniz'de bu derinlikler 100 m'den aşağıya geçmez. Bu olumsuz koşullarına rağmen demersal balık avcılığına müsait olan alanlar kısıtlı bile olsa Karadeniz'de yer yer olumlu özellikler gösteren trol sahaları vardır. Karadeniz'de dip trolü ile ilgili yapılan ilk çalışmalar Et Balık Kurumu tarafından 1955-1960 yılları arasında avcılığa uygun sahaların yerlerini tespit etmeye yönelik olmuştur (Anonim, 1989). Günümüze kadar dip trolü ile ilgili çalışmalar değişik nedenlerle gerçekleştirilmiştir.

Bunların çoğunda dipte yaşayan balık miktarını tahmin ederek dipteki balık stoklarının izlenmesi olup ayrıca büyümeye ve ölüm hakkında bilgi sağlamaları nedeniyle, avlanan balıkların boy ve ağırlık ölçümlerini de içerir (Clark, 1981, Bingel, 1985).

Ülkemiz karasularının büyük bir bölümünde trol ağlarının kullanımı yasakmasına rağmen, Kızılırmak ve Yeşilırmak sayesinde zemin yapısı ve stok zenginliği bakımından uygun av sahası haline gelen Orta Karadeniz kıyılarında, avcılık üretimine hem demersal hem de semipelajik türler bakımından önemli katkılar sağlamaktadır (Erdem vd., 2007).

Özellikle Karadeniz'de gerçekleştirilen hemen hemen tüm çalışmalarda avlanan türler içerisinde yer alan mezgit balığı en çok av veren tür konumunda olması nedeniyle Karadeniz için son derece önemli bir türdür (Bradova ve Prodanov, 2003).

Bu çalışmada Orta Karadeniz'de dip trolü balıkçılığı yapan tekneler, kullandıkları ağlar ve dip trol ağları ile yakalanan baskın tür olan mezgit balığı ile ilgili değerlendirmeler

yapılmıştır.

## MATERIAL VE METOT

Bu çalışma 2016-2017 av sezonunda dip trol avcılığının serbest olduğu Ordu ili Ünye ilçesi Taşkana Burnu'ndan Samsun ili Yakakent ilçesi Çayağzı Burnu arasında kalan kıyılarda gerçekleştirilmiştir ([Şekil 1](#)).



**Şekil 1.** Araştırma sahası  
**Figure 1.** Research area

Araştırma materyalini Orta Karadeniz Bölgesi'nde kullanılan dip trol ağları ve bu ağlar ile yoğun olarak yakalanan mezgit balıkları oluşturmaktadır. Dip trol ağı ve teknelere ait veriler tekne sahipleri ile yapılan birebir görüşmelerle, teknelerin üzerinde bulunan güverte üstü mekanizasyonlar ile elektronik cihazlar hakkında bilgiler ise tekne üzerinde yapılan incelemeler sonucunda elde edilmiştir. Mezgit balığı örneklemlerini 2016 Eylül-Ekim ve 2017 Şubat-Mart-Nisan

aylarında, ayda bir defa olmak üzere, dip trolü operasyonlarından tesadüfi örnekleme yöntemi ile yapılmıştır. Yakalanan balıkların total boy ölçümleri 1 mm aralıklı boy ölçüm tahtası ile ağırlık ölçümleri ise 0,01 g hassasiyetli terazi ile ölçülmüşür.

Balık örneklerinin boy-frekans grafikleri oluşturulmuş olup boy-ağırlık ilişkisinin hesaplanması W=a\*L<sup>b</sup> formülünden yararlanılmıştır ([Ricker, 1973](#)).

## BÜLGULAR

Çalışmada incelenen 4 adet trol teknesinin boyu 19,90-24,40 m arasında olup ortalama  $21,75 \pm 1,12$  m'dir. Motor güçleri ise 380-550 HP arasında değişmektedir. Güverte üstü mekanizasyon olarak mekanik irgat sistemleri, kreynerler ve özel mekanik sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemler avcılık operasyonlarının daha etkin ve kısa sürede gerçekleşmesini sağlamaktadır. Orta Karadeniz'de dip trol balıkçılığı trol ağlarının arkadan atılıp toplanması şeklinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle trol teknelerinin arka kısımlarında ağların kolayca atılıp toplanmasını sağlayan tamburlar bulunmaktadır. Dip trolü avcılığı yapan balıkçı gemilerinde ecosounder, su üstü radarı, satalayt olmak üzere üç önemli elektronik mekanizasyon cihazı kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra kısa mesafe telsiz, GPRS gibi cihazlarda bulunmaktadır ([Tablo 1](#)).

Dip trolü teknelerinde kaptan dışında 5-6 personel bulunmaktadır. Gemici lerin geçmişte pay dağıtıma usulüne göre verilen ücretleri son yıllarda maaş ödeme şeklinde gerçekleşmektedir.

**Tablo 1.** İncelenen teknelere ait bilgiler  
**Table 1.** Features of fishing vessels

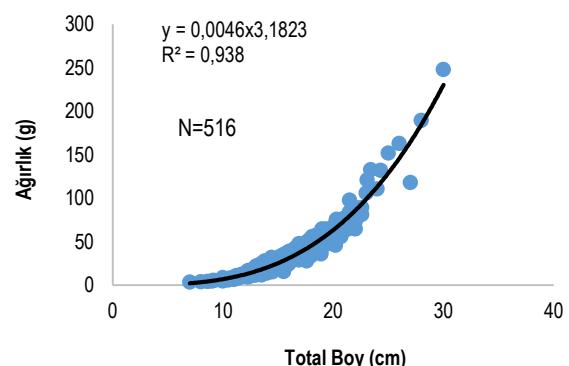
	T1	T2	T3	T4
Boy	19.90	19.90	22.80	24.40
Motor gücü	540 HP	500 HP	2 Adet 550 HP, 450 HP	2 Adet 470 HP, 380 HP
Irgat sistemleri	Mekanik	Mekanik	Mekanik	Mekanik
Jeneratör	75 KW	110 KW	75 KW	(110 KW, 35 KW)
Echo-sounder	Var (2000 W)	Var (2000 W)	Var (3000 W)	Var (1000 W)
Satalayt	Var	Var	Var	Var
Su üstü radarı	Yok	Var (48 Mil)	Var (48 Mil)	Var (64 Mil)
Kısa mesafe telsiz	Var	Var	Var	Var
GPRS	Var	Var	Var	Var
Personel sayısı	5	5	6	5

İncelenen trol ağlarının kanatlarında 160 mm, omuz ve karın kısımlarında 44 mm, tünel ve torba kısmında ise 40 mm göz açıklığında polietilen malzemeden yapılmış ağlar kullanılmıştır. Kapılar demir çerçeve ile çevrili ahşap malzemeden yapılmış dikdörtgen şeklinde geleneksel kapılar olup ağırlığı 130-150 kg arasındadır. 200 m uzunluğundaki palamar halatlarının çapı 32 mm'dir ([Tablo 2](#)).

Araştırmada dip trolü örneklemleri sonucunda elde edilen 516 adet mezgit balığının minimum 7 cm, maksimum 30 cm arasında dağılım gösterdiği, ortalama boylarının ise  $15 \pm 0,13$  cm olduğu tespit edilmiştir. Yakalanan balıkların %40'ının 13-15 cm'lik boy aralığında oldukları belirlenmiştir ([Tablo 3, Şekil 2](#)). Öneklenen tüm bireylere ait boy-ağırlık ilişkisi [Şekil 3](#)'te verilmiştir.

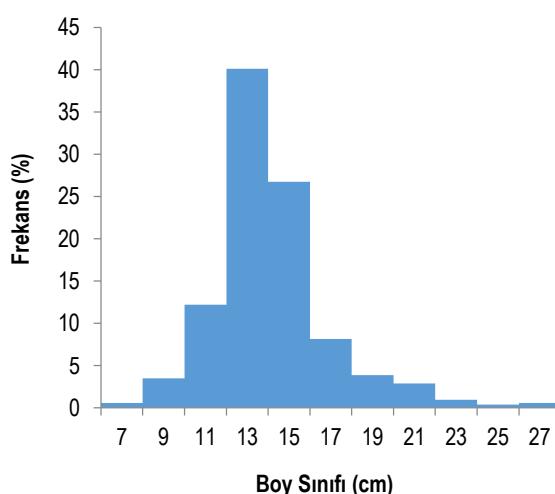
**Tablo 2.** İncelenen trol ağlarına ait bilgiler  
**Table 2.** Features of fishing gears

	T1	T2	T3	T4
Boy (kulaç)	20 Kulaç	20 Kulaç	20 Kulaç	20 Kulaç
Ağzı yüksekliği (m)	1	1	1	1
Torba göz açıklığı (mm)	20	20	20	20
Trol kapı ağırlıkları	130	130	150	150
Torba boyu ve göz sayısı	3x300 Göz	3x300 Göz	3x300 Göz	3x300 Göz



**Tablo 3.** Mezgit balıklarının boy-frekans değerleri  
**Table 3.** Length-frequency values of whiting

Boy Sınıfı	Frekans	% Frekans
7-9	3	0,58
9-11	18	3,49
11-13	63	12,21
13-15	207	40,12
15-17	138	26,74
17-19	42	8,14
19-21	20	3,88
21-23	15	2,91
23-25	5	0,97
25-27	2	0,39
27+	3	0,58
N	516	
Ort.	15	
Min	7	
Max	30	
±SE	0,13	



**Şekil 2.** Mezgit balığının boy- % frekans grafiği  
**Figure 2.** Length-frequency distributions of whiting

**Şekil 3.** Mezgit balığının boy-ağırlık ilişkisi  
**Figure 3.** Length-weight relationship of whiting

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde mezgit (*Merlangius merlangus*), barbunya (*Mullus barbatus*) ve kalkan (*Scophthalmus maximus*) gibi demersal balık türleri yoğun bir şekilde avlanmaktadır iken, günümüzde teknoloji ürünlerinin artışı ve tekne boyları ile motor güçlerinin artmasına bağlı olarak ortaya çıkan avlama gücündeki artış sonucu dip balıkları stoklarında aşırı av baskısı ortaya çıkmıştır. Karadeniz'deki demersal balıkçılık faaliyetleri hem kıyasal habitat hem de denizel ekosistem üzerinde önemlili derecede etkili olmaktadır ([Öztürk ve Karakulak, 2003](#)).

Trol tekneleri dünyada çok yaygın kullanılmakla birlikte herbir ülkeye özgü yapısal ve donanım özellikleri farklılık göstermektedir. Malezya, Singapur ve Tayland gibi Asya ve Uzakdoğu ülkelerinde tekne boyları çok fazla olmayıp genellikle ağları tambura sarılı olarak teknenin arka kısmından atılıp toplanmaktadır. Avrupa'da ise yine arkadan atılan ve tambura sarılı ağı olan çoğu 10 m'den fazla olmayan trol tekneleri kullanılmaktadır ([Samsun, 2016](#)). Karadeniz'de ise teknenin arkasından atılıp toplanan, tambura sarılı olmayan geleneksel ağlar kullanılmaktadır.

Çalışmada incelenen bireylerin ortalama boy ve ağırlık değerleri sırasıyla  $15 \pm 0,13$  cm (7-30 cm),  $29,03 \pm 1,02$  g (3,72-248 g) olarak tespit edilmiştir. En fazla bireyin bulunduğu boy sınıfı 13-15 cm'dir. [Samsun ve Akyol \(2017\)](#), mezgit balıklarının ortalama boy ve ağırlık değerlerini  $14,97 \pm 0,04$  cm (8,8 - 22,8 cm),  $27,4 \pm 0,25$  g (5,3 g - 83,2 g) ve en fazla örneğin bulunduğu boy sınıfını 13-16 cm olarak bildirmiştir. [Özdemir vd., \(2018\)](#), genel, dişi, erkek ve belirsiz olarak ortalama boyları  $13,25 \pm 0,04$  cm,  $13,72 \pm 0,05$  cm,  $13,01 \pm 0,04$  cm,  $10,78 \pm 0,12$  cm şeklinde bildirmiştir. [Gönener ve Erkoyuncu \(2005\)](#), dip trolü ile avlanan mezgit balıkları için ortalama boy ve ağırlık değerlerini sırasıyla  $13,65 \pm 0,06$  (8,1-20,6);  $24,49 \pm 0,33$  (5,0-71,0 g) olarak belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

516 adet mezgit bireyinin boy-ağırlık ilişkisi  $W=0,0046 * L^{3,1823}$ ,  $R^2=0,938$  şeklinde belirlenmiştir. [Samsun ve Akyol \(2017\)](#), mezgit balıklarının boy-ağırlık ilişkisi eşitliğini

$W=0.0113 \cdot TL^{2.8656}$  ( $n=1495$ ;  $R^2=0.9243$ ), Özdemir vd., (2018) ise  $W=0.0068 \cdot L^{3.0202}$  ( $n=2173$ ;  $R=0.987$ ), Çalık ve Erdoğan Sağlam (2017),  $W=0.0131 \cdot L^{2.7723}$  ( $n=140$ ;  $R^2=0.91$ ), olarak hesaplamışlardır.

Karadeniz'deki mezgit balığı için [Genç vd. \(2002\)](#) ilk cinsi olgunluk yaşını 1 ve bu yaşa karşılık gelen ortalama total boyu 12-13 cm olarak, [Samsun \(2005\)](#) ilk cinsi olgunluk yaşını 1 ve bu yaşa karşılık gelen ilk üreme boyunu dişiler için 13,8 cm, erkekler için ise 12,9 cm olarak bildirmiştir. [Gönener ve Erkoyuncu \(2005\)](#), özellikle mezgit ve barbunya balıklarının dip trolü ile avcılığında,avlama mevsiminin ve avlanmanın yapıldığı derinliğin, büyüklik kompozisyonunu önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir. [Erdem vd., \(2007\)](#) dip trolü ile fazla miktarda ve büyük boyda mezgit balığı avlanabilmesi için avlama mevsimi ve av sahasına bağlı olarak avcılığın 50 m ve üzeri derinliklerde yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada dip trolü örneklemelerinin yapıldığı avcılık operasyonları 40-80 m arasında gerçekleştirılmıştır. Örneklerin boy kompozisyonuna bakıldığında, balıkların % 83,7'sinin 13 cm ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen tebliğlerde Karadeniz'de trol avcılığına yer yasakları, zaman yasakları ve teknik özellikler gibi yasak ve sınırlamalar getirilmektedir. Ancak uygulamada çoğu zaman bu yasak ve sınırlamalara aykırı faaliyetlerle karşılaşılmaktadır. Samsun-Ordu İl sınırından Gürcistan sınırına kadar yasak olan bölgede trol avcılığının yaygın olarak yapıldığı, denetimlerde karşılaşılan zorluklar nedeniyle trol avcılığının önüne geçilemediği belirtilmektedir ([Genç vd., 2002](#)). Batı Karadeniz'de kıyıdan itibaren 3 mil içerisinde trol avcılığı yasak olmasına rağmen trol balıkçıları özellikle barbunya avlamak için bu yasağı uymayarak siğ sulara girmektedirler ([Yıldız, 2016](#)). Karadeniz'deki dip trol ağlarında torba ağ göz açıklığı 40 mm

## KAYNAKÇA

- $W=0.0113^*TL^{2.8656}$  ( $n=1495$ ;  $R^2=0.9243$ ), Özdemir vd., (2018) ise  $W=0.0068^*L^{3.0202}$  ( $n=2173$ ;  $R=0.987$ ), Çalık ve Erdoğan Sağlam (2017),  $W=0.0131^*L^{2.7723}$  ( $n=140$ ;  $R^2=0.91$ ), olarak hesaplamışlardır.

Karadeniz'deki mezgit balığı için Genç vd. (2002) ilk cinsi olgunluk yaşını 1 ve bu yaşa karşılık gelen ortalama total boyu 12-13 cm olarak, Samsun (2005) ilk cinsi olgunluk yaşını 1 ve bu yaşa karşılık gelen ilk üreme boyunu dişiler için 13,8 cm, erkekler için ise 12,9 cm olarak bildirmiştir. Gönener ve Erkoyuncu (2005), özellikle mezgit ve barbunya balıklarının dip trolü ile avcılığında,avlama mevsiminin ve avlanmanın yapıldığı derinliğin, büyülü kompozisyonunu önemli derecede etkilediğini belirtmişlerdir. Erdem vd., (2007) dip trolü ile fazla miktarda ve büyük boyda mezgit balığı avlanabilmesi için avlama mevsimi ve av sahasına bağlı olarak avcılığın 50 m ve üzeri derinliklerde yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada dip trolü örneklemlerinin yapıldığı avcılık operasyonları 40-80 m arasında gerçekleştirılmıştır. Örneklerin boy kompozisyonuna bakıldığından, balıkların % 83,7'sinin 13 cm ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Ticari amaçlı su ürünlerini avcılığını düzenleyen tebliğlerde Karadeniz'de trol avcılığına yer yasakları, zaman yasakları ve teknik özellikler gibi yasak ve sınırlamalar getirilmektedir. Ancak uygulamada çoğu zaman bu yasak ve sınırlamalara aykırı faaliyetlerle karşılaşmaktadır. Samsun-Ordu İl sınırından Gürcistan sınırına kadar yasak olan bölgede trol avcılığının yaygın olarak yapıldığı, denetimlerde karşılaşılan zorluklar nedeniyle trol avcılığının önüne geçilemediği belirtilmektedir (Genç vd., 2002). Batı Karadeniz'de kiyidan itibaren 3 mil içerisinde trol avcılığı yasak olmasına rağmen trol balıkçıları özellikle barbunya avlamak için bu yasağı uymayarak sıç sulara girmektedirler (Yıldız, 2016). Karadeniz'deki dip trol ağlarında torba ağ göz açıklığı 40 mm olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2016). Batı Karadeniz'de trol balıkçıları bu kurala uymakta, ancak iki trol torbası üst üste kullanılması nedeniyle, trol torbasında ağ gözleri kapandığından küçük balıkların kaçma şansı önlenmemektedir (Yıldız, 2016). Maksimum 37-110 m derinliklerde dip ağları ile avcılık yapan küçük balıkçılar ekonomik nedenlerle dip trol teknelerinin bu bölgelerde avcılık yapmasını istememektedir. Dip trolü teknelerinin buralarda engellenmesi ve istenmemesi kendi karasalarımızda su ürünleri stoklarından yeterince yararlanılamamasına neden olmaktadır (Samsun, 2016). Dip trolü balıkçılığında karşılaşılan bu olumsuz koşulların önüne geçilebilmesi için yasak ve sınırlamalar kararlaştırılırken gerek sektör bileşenleri, gerek ülke ekonomisi ve gerekse balık stoklarının yararı göz önünde bulundurularak bilimsel veriler işliğinde değerlendirilmeler yapılmalıdır.

Dip trolü ağları demersal balık popülasyonlarından ekonomik ve sürdürülebilir anlamda yararlanılabilmesi bakımından önemli bir potansiyele sahip av araçlarıdır. Bunun yanısıra yoğun avcılık faaliyetinin ekosisteme ve diğer küçük balıkçıların ağlarına verdiği zarar da gözardı edilememektedir. Özellikle Orta Karadeniz'de demersal balık avcılığında yoğun bir şekilde kullanılan diğer taraftan küçük balıkçı grubu ile ekonomik tabanlı çatışmalara neden olan dip trolü balıkçılığının demersal balık stoklarının ekonomiye kazandırılabilmesi açısından ilgili yasa, yönetmelik ve tebliğlerde belirtilen kurallara uyması balıkçılığın sürdürülebilmesi için gereklidir. Günde yaklaşık 6-7 operasyon gerçekleştiren trol teknelerinin her bir operasyon süresinin 1,5-2 saat sürenin düşünülürse avcılık yapılan ortamdaki bentik ekosisteme zarar ve uzun çekim süresi nedeniyle ıskarta oranının artması söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle dip trol avcılığının daha verimli gerçekleştirilebilmesi için operasyon sayısı ve süresi ile ilgili düzenlemeler faydalı olabilir.

## KAYNAKÇA

Anonim (1989). Türkiye'de Trol Avcılığı: Tartışmaları ve Gerçekler. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum. Seri A, Yayın No:1.

Anonim (2016). 4/2 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Bradova, N. & Prodanov, K. (2003). Growth rate of the whiting (*Merlangius merlangus euxinus*) from the western part of Black Sea, *Proceedings Institute of Oceanology*, 4, 157-164.

Bingel, F. (1985). Balık Populasyonlarının İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Su Ürünleri Yüksekokulu, Sapanca Balık Üretme ve İslah Merkezi. Yayın. No:10, İstanbul, 133 s.

BSGM (2016). Su Ürünleri İstatistikleri. TC Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, <http://www.Tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenu/Veriler/BSGM.pdf> 22.02.2018.

Çalık, S. & Erdoğan Sağlam, N. (2017). Length-Weight Relationships of Demersal fish Species Caught by Bottom Trawl from Eastern Black Sea (Turkey). *Cah. Biol. Mar.* 58, 485-490.

Clark, S. H. (1981). Use of trawl survey data in assessments, in Bottom Trawl Surveys (eds W.G. Doubleday and D. Rivard). *Canadian Special Publication of Fisheries Aquatic Sciences*. 58, 82-92.

Erdem, Y., Özdemir, S., Erdem, E. & Birinci Özdemir, Z. (2007). Dip trol ile iki farklı derinlikte avlanan mezgit (*Gadus merlangus euxinus* N. 1840) balığının av verimi ve boy kompozisyonunun değişimi. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, Ulusal Su Günleri Özel Sayısı, 3-5(3-4), 395-400.

Genç, Y., Mutlu, C., Zengin, M., Aydin, İ., Zengin, B. & Tabak, İ. (2002). Doğu Karadeniz'deki Av Gücünün Demersal Balık Stokları Üzerine Etkisinin Tespit. TAGEM Proje Sonuç raporu, TAGEM/Y/97/17/03/006, Trabzon, 114 s.

Gönener, S. & Erkoyuncu, İ. (2005). Ortak Karadeniz'de Dip Trolünün Av kompozisyonu ve Etkileyen Faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 36(1), 45-52.

Özdemir, S., Söyleyici, H., Özdemir Z.B., Özsandıkçı, U. & Büyükdeveci F. (2018). Karadeniz (Sinop-Samsun) Kıyılarında Avlanan Mezgit (*Merlangius merlangus euxinus*) Balığının Aylık Olarak Boy-Ağırlık İlişikleri ve Boy Kompozisyonunun Tespiti. *Aquatic Research* 1(1), 26-37. DOI: 10.3153/AR18004

Öztürk, B., Karakulak, F.S., 2003. Workshop on Demersal Resources in the Black Sea and Azov Sea. Publication No 14. Turkish Marine Resource Foundation, İstanbul/Turkey, 129p.

Ricker, W. E. (1973). Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can.* 30, 409-34.

- Samsun, O. (2016). Dip Trolü Balıkçılığı ve Sorunları. Karadeniz ve Balıkçılık Çalıştayı Kitabı. 13/14 Ekim 2016. Sinop. 83-99.
- Samsun, O. & Akyol, O. (2017). Orta Karadeniz'de (Türkiye) Mezgit Balığının *Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758) Sömürülmeye Oranı. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 3(1), 20-26.
- TÜİK (2017). Su Ürünleri İstatistikleri 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. [www.tarim.gov.tr/sgb/ Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf](http://www.tarim.gov.tr/sgb/ Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf) (Erişim 21.02.2018).
- Yıldız, T. (2016). Batı Karadeniz'de Ticari Demersal Balık Stokları Üzerine Trol Balıkçılığının Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



## Effect of some essential oils on the growth of *Scenedesmus subspicatus*

### Bazı uçucu yağların *Scenedesmus subspicatus* büyümeye etkileri

Muhammet Ali Karaaslan 

Ege University, Faculty of Fisheries, Hydrobiology Department, Ecotoxicology Lab, Ege University Bornova – Izmir, Turkey  
[muhammet.ali.karaaslan@ege.edu.tr](mailto:muhammet.ali.karaaslan@ege.edu.tr)

Received date: 14.02.2018

Accepted date: 02.04.2018

#### How to cite this paper:

Karaaslan, M A. (2018). Effect of some essential oils on the growth of *Scenedesmus subspicatus*. *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 195-198.  
DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.13

**Abstract:** Due to the essential oils known as having great antimicrobial activities, they have been heavily used by several industries such as medical, cosmetics, food and agriculture since long past of human history. The essential oils are the secondary metabolite of aromatic plants and about 1/10<sup>th</sup> of known 3000 essential oils are widely used. They reached to the environment after used in any product and behave as xenobiotics especially in aquatic environment. Although, essential oils are natural plant extracts could be potential candidates for pest control or used any other purposes possible environmental impact needs to be investigation. In order to investigate the environmental impact of some essential oils such as rosemary oil, tea tree oil, wheat germ oil, grape seed oil, thyme oil and eucalyptus oil, *Scenedesmus subspicatus* were selected for testing as one of the primary producer species since they are the first trophic level of food chain. This test is approved as OECD 201 Algal Growth Inhibition test. As the result of this investigation, algal growth inhibition assays of tested oils did not show severe effects on the population growth of algae. The estimated EC<sub>50</sub> values were 15.6, 35.09, 65.03, 100.17, 201.02, 414.47 mg/L for rosemary oil, wheat germ oil, tea tree oil, thyme oil, eucalyptus oil and grape seed oil respectively.

**Keywords:** Essential oils, Algal Growth Inhibition Assay, aquatic toxicity, *Scenedesmus subspicatus*, Phytotoxicity

**Öz:** Güçlü antimikroiyal etkisi bilinen uçucu yağlar; tip, kozmetik, gıda ve tarım gibi birçok alanda uzun yillardan beri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Aromatik bitkilerin ikinci metabolitleri olan uçucu yağların 3000 çeşitinden 1/10' u yaygın kullanıma sahiptir. İçerisinde bulunan maddelerin kullanımı ile çevreye salınmakta ve özellikle sucul ortamlarda ksenobiyotik gibi davranışmaktadır. Uçucu yağlar bitkilerden elde edilen doğal maddeler olarak zararlı mücadelede kullanılsalar da olası çevresel etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Uçucu yağılardan; biberiye yağı, çay ağacı yağı, buğday yağı, üzüm çekirdeği yağı, kekik yağı ve okaliptus yağıının çevresel etkilerinin belirlenmesi için besin zincirinin ilk basamağındaki üreticilerden olan *Scenedesmus subspicatus* kullanılarak OECD 201 Algal Büyüme İnhibisyon testi olarak bilinen testler uygulanmıştır. Denemelerin sonunda test edilen uçucu yağların alg popülasyonunun büyümesi üzerinde ağır olumsuz etkilerinin olmadığı görülmüştür. Biberiye yağı, Çay ağacı yağı, buğday yağı, üzüm çekirdeği yağı, kekik yağı ve okaliptus yağıının EC<sub>50</sub> değerleri sırasıyla; 15,6, 35,09, 65,03, 100,17, 201,02, 414,47 mg/L olarak hesaplanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Uçucu yağlar, Algal Büyüme İnhibisyon Testi, sucul toksisite, *Scenedesmus subspicatus*, fitotoksisite

## INTRODUCTION

Recently, essential oils are popular products as consumers search for alternatives to some chemicals that are toxic both to their bodies and to the environment (Anonymous, 2017a). Essential oils are used in four main purpose commercially: as pharmaceuticals, as flavour enhancers in many food products, as odorants in fragrances, and as insecticides (Geetha and Roy, 2014). Anonymous (2017a) reviewed that global essential oil market is expected to reach \$11.67 billion by 2022 (Anonymous, 2017a). Due to the essential oils known as having great antimicrobial activities, they have been heavily used by several industries such as medicinal, cosmetics, food and agriculture since long past of human history like 1500 BC as first recorded blend in Egypt. Recently, more than 3000 kind of essential oil have been produced but about 300 of them are widely used for several purposes (Arslan et al., 2015). Some of

the natural plant oils contain a wide range of chemical ingredient which can interrupt biological life cycle of animals such as insects.

As the demands of essential oils increases, this minds up a point that their possible impacts on the environment. Since, aquatic environments collect the contaminants as reservoirs for the drained of the land around or directly from several discharges, as one of the most sensitive compartments of the environment needs to be investigated. Regarding this point, the essential oils reached to the aquatic environment may have potential to impact on the non-target living organisms. Many of the safety data sheets developed for several essential oil has included the notice as "Adopt good working practices, so that the product is not released into the environment. Very toxic to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the

aquatic environment." (Anonymous, 2017b). Several studies reported deleterious effect of essential oils to aquatic organisms. There are valuable researches about biological effects of some essential oils by using different experimental designs such as mammalian cell lines (Minaiyan et al., 2011), microbial organisms or mollucidal and larvicidal activities (Rodrigues et al., 2013) and acaridic effects (Laborda et al., 2013) considering the impact on aquatic organisms. Conti et al (2014) have reported the EO extracted from aerial parts of *M. alternifolia* was evaluated for its toxicity against larvae of mosquito and estimated results were EO had a remarkable acute toxicity also towards adults of the non-target arthropod *D. magna*, with a LC<sub>50</sub> = 80.636 ppm (Conti et al., 2014).

Although being used for a long time it appears that there are still gaps in the manner of environmental impacts of these natural compounds. There is no doubt that analytical chemical testing of chemicals such as pollutants give information about the quality and quantity of them but biological testing methods can give a qualitative result of the presence and strength of toxicity (Arslan et al., 2015). Algae and aquatic plants are the most important primary biomass producers in both fresh and marine waters. Accordingly, they are the most important parts of the aquatic food chain besides they are food resource and provide oxygen and shelter for many aquatic organisms (Ferreira and Graça, 2002). Algae are accepted as equally or more sensitive than animals (Ferreira and Graça, 2002) and have been widely used in toxicity tests for many purposes. Algal growth inhibition test was accepted as standard test to qualify the aquatic ecosystems by national and international organizations such OECD and EPA.

In this investigation, considering the knowledge above, Algal Growth inhibition test (OECD 2011) were applied to determine the acute toxic effects of rosemary oil (RO), wheat

germ oil (WGO), tea tree oil (TTO), thyme oil (TO), eucalyptus oil (EO) and grape seed oil (GSO) and using *Scenedesmus subspicatus*. As it is well known the toxicity of chemicals were ranged according to species.

The aim of this research is to draw a conclusion on the effects of several natural plant oils on the primary producers in aquatic environment.

## MATERIALS AND METHODS

The EOs as bioactive compounds in plants are produced as secondary metabolites (Bernhoft, 2010). The main chemical components of the essential oils produced from natural plants are low molecular weight as terpenes and terpenoids and the other of aromatic and aliphatic constituents. They can be synthesized by all parts of plants such as seed, leaves, flowers, stems, fruits etc. The essential oils are lipophilic agents and generally liquid, volatile and colourless (Bakkali et al., 2008). The essential oils such as rosemary oil (RO), tea tree oil (TTO), wheat germ Oil (WGO), grape seed oil (GSO), thyme oil (TO) and eucalyptus Oil (EO) were tested for the toxicity on phytoplankton, *Scenedesmus subspicatus* Chodat (regarded as syn. *Desmodesmus subspicatus* (Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt). Essential oils were kindly provided by private company (Dalan A.Ş) which produce them routinely. Stock solutions were prepared as 10 ppm of all essential oils by dissolving the chemicals with Dimethyl sulfoxide (DMSO) (Sigma, Cat. No: 67-68-5). From the stock solutions, five experimental concentrations of five essential oils and four concentration of thyme oil (Table 1) were used after serial preliminary experiments which were started with 1 – 10 – 100 – 1000 ppm and according to obtained results we took another serials of concentrations by dilutions from stock solutions in order to determine the acute toxicity on growth (Table 1).

**Table 1.** Concentrations of essential oils applied for algal growth inhibition test

Essential Oils	Physical State and Appearance	Density (g/ml)(d)	Concentrations (mg/L)
Rosemary (RO)	Liquid	0.8015	5, 10, 25, 50, 100
Tea Tree (TTO)	Liquid	0.8043	12.1, 20.11, 48.26, 100.1, 201.1
Wheat Germ (WGO)	Liquid	0.8057	5, 10, 25, 50, 100
Grape Seed (GSO)	Liquid	0.7456	27.96, 46.6, 111.8, 233, 466
Thyme (TO)	Liquid	0.8136	30.51, 50.85, 122.04, 544.25
Eucalyptus (EO)	Liquid	0.8446	22.53, 33.78, 45.05, 56.31, 67.57

Control group accompanying the experiments consisted of untreated negative controls (Filtered Fresh Water: FFW), solvent control (DMSO: 1ml/10ml) and 10<sup>-4</sup> M CdCl<sub>2</sub> (100μl/10ml: Sigma, Cat no: 7790-78-5) as a positive control.

## Algal growth inhibition test

The green alga *Scenedesmus subspicatus* was used as the test organism. Algal bioassay was carried out according to OECD 2011 standard for algal growth inhibition testing (OECD, 2011).

The stock algal culture was maintained on algal medium according to OECD 2011 procedure. The pH of this medium after equilibration with air is approximately 8. Four days before the test pre-culture was set up and incubated at  $21 \pm 2$  °C. The initial cell concentration in the test cultures is approximately  $2\text{--}5 \times 10^3$  cells/ml for *S. subspicatus*. Test tubes were held on a rocker at 100 rpm under constant illumination at approximately 2000 lux. Cell density counted at every time point (24, 48 and 72 hour) by Neubauer haemocytometer. The relative inhibition of growth rate was determined as reduced cell number of the treated samples in relation to controls.

The endpoints were evaluated based on cell count data and calculated growth rate (0 to 72h) as described in standard protocols (OECD, 2011) from the mean cell counts of each test series. The average specific growth rate ( $\mu$ ) for exponentially growing cultures were calculated as:

$$\mu_{0-j} = \ln x_j - \ln x_0 / t_j - t_0 \text{ (day}^{-1}\text{)}$$

$\mu_{0-j}$ : growth rate,

$X_0$ : nominal number of cells/ml at time  $t_0$ ,

$X_j$ : measured number of cells/ml at  $t_j$ ,

$t_0$ : time of first measurement of cells/ml after beginning test

$t$ : time of last measurement of cells/ml after finishing test

The percentage inhibition of the cell growth (%  $I_i$ ) at each test substance concentration is calculated as the difference between the control growth curve ( $\mu_c$ ) and the growth curve at each test substance concentration ( $\mu_t$ ) as:

$$\%I_i = \mu_c - \mu_t / \mu_c \times 100$$

$EC_{50}$  values were calculated from the % inhibitions by probit analyses. The Statistica-6.0 software programme was used for probit analysis and the statistically importance of the data of growth rates were compared with controls by t-test.

## RESULTS

Algal growth inhibition assays of six essential oils (RO, TTO, WGO, GSO, TO and EO) did not show severe effects on the population growth of *S. subspicatus* (Figure 1).

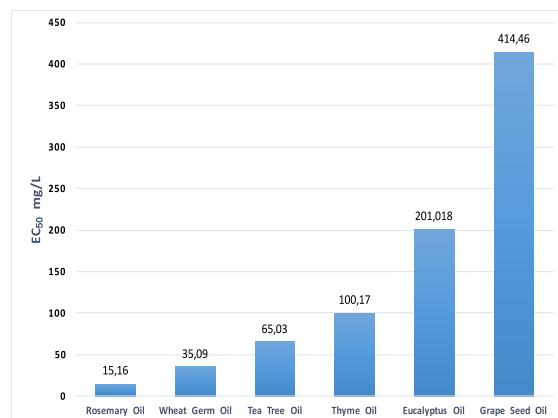


Figure 1. The EC<sub>50</sub> values of tested essential oils

Inhibition (%) of algae was calculated from the cell density (Figure 2). The results show that all of the essential oils used in this investigation had inhibitory effects in some degree on the growth of algae.

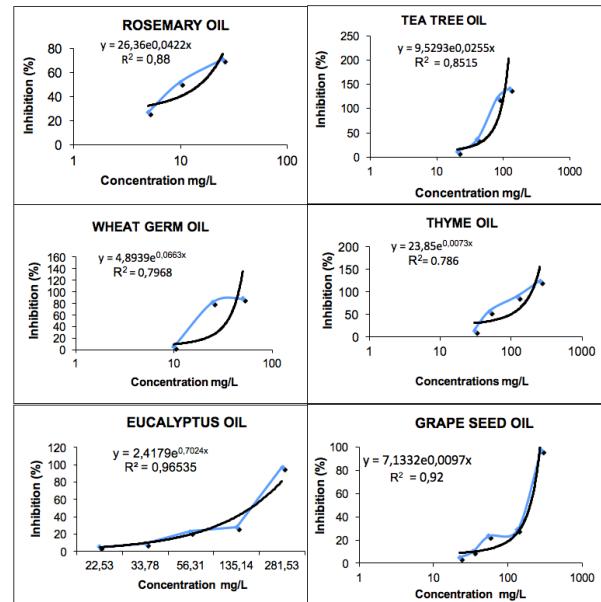


Figure 2. Algal growth inhibition of *Scenedesmus subspicatus* caused by some essential oils

EC<sub>50</sub> values calculated from growth inhibitions were ranged between 15.6 mg/L (for RO) and 414.468 mg/L (for GSO). The toxicity ranking of all oils used for growth inhibition test is 15.6 mg RO/L < 35.09 mg WGO/L < 65.03 mg TTO/L < 100.17 mg TO/L < 201.018 mg EO/L < 414.46 mg GSO/L. The EC<sub>50</sub> of Rosemary is 15.6 mg/L which is quite high when comparing with Tea Tree Oil (35.09) but other essential oils did not show strong inhibitory effects on the growth of *S. subspicatus*. Thyme oil with having 100 mg/L (in the border of weak toxicity to algae and grape seed oil has very high EC<sub>50</sub> value which means it's toxicity is very low as expected due to knowledge of great antioxidant properties of grape. Wheat germ oil and tea tree oil have greater toxicity than grape oil and thyme oil but they are still not toxic as Rosemary oil. According to student t test results Thyme oil and wheat germ oil show differences between concentration (0,019 and 0,042 respectively).

## DISCUSSION

It has known that EOs have no specific cellular targets and pass thorough the cell membrane since they are lipophilic character. Cytotoxicity and membrane damage caused by some EOs have been detected in organisms in a broad of variety from bacteria, virus, fungi to mammalian cells (Bakkali et al., 2008). Environmental concerns are getting more notable in recent years and the possible impacts of chemicals produced and used for several purposes have come into prominence. Due to these reasons, there is growing interest on the assessments of the xenobiotics. To investigate the impacts of chemicals on ecosystems, toxicity assessment tests have been

accepted as powerful tools and give powerful information about the toxicity of chemicals like persistent organic pollutants, pharmaceutically active compounds or status of sediment (Arslan and Parlak, 2007; Parlak et al., 2009; Gunduz et al., 2013) and besides mutagenic effects of chemicals can be assessed (Boyacioglu et al., 2007). There are quite a lot of scientific researches on adverse effects of essential oils on different groups of test organisms (Pavela, 2015). Since algae is the first trophic level in ecosystems, it has been necessary to investigate the effects of chemicals on primary producers.

In this investigation, the result show that the EOs applied had several toxic effects from non-toxic to moderate toxic level. EC<sub>50</sub> of Rosemary oil is 15.16 mg/L and caused the highest growth inhibition while EC<sub>50</sub> of grape seed oil has the lowest effect.

An examination on the impacts of EOs on aquatic organisms in scientific literature showed that, there are valuable papers about the pest control using some EOs. They also mentioned about the adverse impacts on non-target aquatic animals. However, in the most studies, fishes were used as non-target organisms (Govindarajan and Benelli, 2016) whereas arthropods or other organisms were rarely considered.

## REFERENCES

- Anonymous (2016). Guidelines on the Environmental Assessment of Natural Complex Substances (NCS). EFEO/IFRA. Version 01. 2016.
- Anonymous (2017a). [http://www.earthisland.org/journal/index.php/elisteListRead/the\\_environmental\\_impcct\\_of\\_essential\\_oils/](http://www.earthisland.org/journal/index.php/elisteListRead/the_environmental_impcct_of_essential_oils/)
- Anonymous, (2017b). [http://www.esperis.it/uploads/tx\\_esperisproduct/oles14.pdf](http://www.esperis.it/uploads/tx_esperisproduct/oles14.pdf)
- Arslan, O.C. & Parlak, H. (2007). Embryotoxic effects of nonylphenol and octylphenol in sea urchin *Arbacia lixula*. *Ecotoxicology*, 16(6), 439-444. DOI: [10.1007/s10646-007-0147-z](https://doi.org/10.1007/s10646-007-0147-z)
- Arslan, Ö.Ç., Parlak, H., Boyacioglu, M. & Karaaslan, M. A. (2015). Acute toxicity of several essential oils on *Daphnia magna* (Straus, 1816). *Su Ürünleri Dergisi*, 31(3), 137-143. DOI: [10.12714/egejfas.2014.31.3.04](https://doi.org/10.12714/egejfas.2014.31.3.04)
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils-a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475. DOI: [10.1016/j.fct.2007.09.106](https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106)
- Bernhoft, A. (2010). A brief review on bioactive compounds in plants. *Bioactive compounds in plants-benefits and risks for man and animals*: 11-17.
- Boyacioglu, M., Arslan, Ö.Ç., Parlak, H. & Karaaslan, M. A. (2007). Mutagenicity of nonylphenol and octylphenol using *Salmonella* Mutation assay. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24(3-4), 299-302.
- Conti, B., Flamini, G., Cioni, P.L., Ceccarini, L., Macchia, M., & Benelli, G. (2014). Mosquitocidal essential oils: are they safe against non-target aquatic organisms? *Parasitology research*, 113(1), 251-259. DOI: [10.1007/s00436-013-3651-5](https://doi.org/10.1007/s00436-013-3651-5)
- Ferreira, R.C.F. & Graça, M.A.S. (2002). A comparative study of the sensitivity of selected aquatic plants to mining effluents. *Limnetica*, 21(1-2), 129-134.
- Geetha, R. V. & Roy, A. (2014). Essential Oil Repellents- A Short Review. *International Journal of Drug Development and Research*, 6(2), 20 – 27.
- Gunduz, G., Parlak, H., Arslan, Ö.Ç., Boyacioglu, M. & Karaaslan, M. A. (2013). Embryotoxic effects of Perfluoroctane Sulfonate Compounds in sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22(1A), 171-177.
- Anonymous (2016) had reported that LC<sub>50</sub> for thyme oil for fish acute toxicity is 6.09 mg/L, EC<sub>50</sub> for *Daphnia magna* 3.59 mg/L and EC<sub>50</sub> for algae 4.26mg/L. In our investigation EC<sub>50</sub> of thyme oil on *S. subspicatus* calculated as 100.17 mg/L and the difference of the results may in consequence of the species which is not specified. On the other hand, Hammer et al (2006) reported a review on the toxicity of TTO and listed valuable data including LC<sub>50</sub> for TTO components. It has also conclusions that TTO is non-toxic to rainbow trout eggs at a concentration of 1500 ppm (Hammer et al., 2006). Furthermore, LC<sub>50</sub> of TTO was calculated approximately 500 ppm in the brine shrimp assay (McCage et al, 2002). In our research EC<sub>50</sub> of TTO for *S. subspicatus* was 65.03mg/L which means that the algae are more sensitive than the species in question. In conclusion, the essential oils investigated in this research, seems to be nontoxic or moderately toxic to algae *S. subspicatus* but they are less sensitive than cladoceran *Daphnia*.
- ACKNOWLEDGEMENTS**
- The author would like to thank to Dalan Kimya Endustri A.S. for providing the tested essential oils and Ecotoxicology group of E.U Faculty of Fisheries for their great support.

## Composition and structure of parasite communities in white bream *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl, Sakarya-Turkey

### Sakarya Büyük Akgöl'den tahta balığı *Blicca bjoerkna*'da parazit komünitenin kompozisyon ve yapısı

Ayçanaz Altan<sup>1</sup>  • Erhan Soylu<sup>2\*</sup> 

<sup>1</sup>Fisheries Department, Institute for Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, Marmara University, Göztepe, TR-34722 Kadıköy, İstanbul, Turkey

<sup>2</sup>Fisheries Department, Vocational School of Technical Sciences, Marmara University, Göztepe, TR-34722 Kadıköy, İstanbul, Turkey

\* Corresponding author: esoylu@marmara.edu.tr

Received date: 10.02.2018

Accepted date: 02.04.2018

#### How to cite this paper:

Altan, A. & Soylu, E. (2018). Composition and structure of parasite communities in white bream *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl, Sakarya-Turkey. *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 199-206. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.14

**Abstract:** No data on the parasites of *Blicca bjoerkna* have been reported to date from Lake Büyük Akgöl. Therefore, the current study aimed to investigate the composition and diversity of parasite component and infra-communities in this cyprinid fish from hypereutrophic Lake Büyük Akgöl. A total of 61 *B. bjoerkna* were examined between July 2016 and June 2017. All fishes were hosts to at least one parasite species from the following taxa: *Trichodina* sp., *Epistylis* sp. (Protozoa); *Myxobolus* sp. (Myxozoa); *Dactylogyrus sphyrnae*, *D. cornu*, *D. cornoides*, *D. distinguendus* and *Paradiplozoon homoioion* (Monogenea); *Caryophyllaeus laticeps* and *Cestoda* gen. sp. (Cestoidea); *Diplostomum* sp., *Thylodelphys clavata* and *Posthodiplostomum cuticola* (Digenea); *Piscicola geometra* (Hirudinea); *Glochidium* sp. (Mollusca) and *Argulus foliaceus* (Crustacea). Dominant species in the component community were *Diplostomum* sp., *D. cornoides*, and *D. cornu*. Totally 2063 metazoan parasite individuals were collected. Parasite infra-communities of *B. bjoerkna* infected 1-10 species and the mean species richness found was 5.3. The mean metazoan parasite diversity (Shannon's H index) was 2.08 and the Shannon-Wiener Evenness (E) had a mean value of 0.81. Identified parasite species in *B. bjoerkna* were the first records from Lake Büyük Akgöl.

**Keywords:** Parasite communities, *Blicca bjoerkna*, Lake Büyük Akgöl

**Öz:** Bugüne kadar Büyük Akgöl'den *Blicca bjoerkna*'da bulunan parazitler hakkında herhangi bir veri bildirilmemiştir. Bu nedenle çalıştığımız, hiperötyrofik karakterdeki Büyük Akgöl'de yaşayan bu cyprinid balığın parazit component ve infra-komünitesinin kompozisyon ve çeşitliliğinin araştırılmasını amaçlamış ve Temmuz 2016 ile Haziran 2017 arasında toplam 61 *B. bjoerkna* ile çalışılmıştır. Tüm balıklar aşağıda belirtilen taksonlardan en az bir parazit türüne konak olmuştur: *Trichodina* sp., *Epistylis* sp. (Protozoa); *Myxobolus* sp. (Myxozoa); *Dactylogyrus sphyrnae*, *D. cornu*, *D. cornoides*, *D. distinguendus* ve *Paradiplozoon homoioion* (Monogenea); *Caryophyllaeus laticeps* ve *Cestoda* gen. sp. (Cestoidea); *Diplostomum* sp., *Thylodelphys clavata* ve *Posthodiplostomum cuticola* (Digenea); *Piscicola geometra* (Hirudinea); *Glochidium* sp. (Mollusca) ve *Argulus foliaceus* (Crustacea). Komponent komünitedeki baskın türler *Diplostomum* sp., *D. cornoides* ve *D. cornu* olarak belirlenmiş ve toplam olarak 2063 adet çok hücreli parazit bireyi toplanmıştır. *B. bjoerkna*'nın parazit infra komünitesinin 1-10 tür tarafından enfekte olduğu ve ortalama tür zenginliğinin 5.3 olduğu belirlenmiştir. Çok hücreli parazit ortalama çeşitliliği (Shannon's H index) 2.08 ve Shannon-Wiener Evenness (E) ortalama değeri 0.81 olarak bulunmuştur. *B. bjoerkna*'da teşhis edilen parazit türleri Büyük Akgöl için ilk kayıtlardır.

**Anahtar kelimeler:** Parazit komünite, *Blicca bjoerkna*, Büyük Akgöl

## INTRODUCTION

Lake Büyük Akgöl is considered hypereutrophic due to high nutrient input from domestic sources and agricultural activities ([Şahin et al., 2013](#)). During the summer months, the entire lake area is covered by sixteen species of submerged, floating and emergent macrophytes associated with excessive blooms of planktonic algae ([Altınsaçlı et al., 2013](#)). This shallow lake with a mean depth of 1.5 m is located in the north-west region of Turkey. Fish species examined in the current study *Blicca bjoerkna* is a European species of freshwater fish of the family *Cyprinidae*. White bream was zoogeographically introduced into Turkey from the Western Thrace region, and it spreads

widely in inland waters and lagoons of Marmara and Black Sea regions in Turkey ([Geldiay and Balık, 1988](#)). *B. bjoerkna* are exclusively bottom feeders and their diet depends largely on benthic invertebrates and insect larvae. There are some papers on parasites of *B. bjoerkna* in Turkey ([Akinci, 1999](#); [Öztürk, 2001](#); [Soylu, 2006, 2012](#); [Selver, 2010](#); [Akmirza and Yardimci, 2014](#)). The description of the composition and structure of the fish parasite communities was based on species richness and diversity. Diversity is one of the most important community attributes, and measured using both species richness and species evenness. Species richness is the simplest measure of

diversity and does not consider whether abundances are evenly distributed among species (Krebs, 1999; Stirling and Wilsey, 2001). Therefore relative abundance of each parasite species or species evenness is a key component of the structure of any parasite community (Poulin, 1996). Index of dominance is another diversity indice and used to assess the magnitude of the numerical supremacy of the top-ranked species in the parasite community (Poulin et al., 2008). In the present study we calculated species richness, Shannon-Wiener Index, Shannon-Wiener Evenness and Simpson's Diversity as some diversity indices to determine composition and structure of parasite community of *B. bjoerkna*.

This study represents the first investigation of parasite fauna of white bream from Lake Büyük Akgöl.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

Lake Büyük Akgöl is located in Western Black Sea Region of Turkey ( $41^{\circ}02'52.97''N$  and  $30^{\circ}33'49.61''E$ ), at an altitude of 58 m above sea level. Büyük Akgöl is a freshwater lake of a eutrophic character and with a mean depth of 1.5 m, maximum depth of 5 m and surface area of  $3.5 \text{ km}^2$  (Altınsaçlı et al., 2013). Mean annual surface water temperature in the lake is  $16.5^{\circ}\text{C}$  and varied from  $0^{\circ}\text{C}$  in January to  $27.1^{\circ}\text{C}$  in August during the present study. The Lake fed by underground and rain water, in spring months excess lake water is discharged by a small channel to Sakarya River (Altınsaçlı et al., 2014).

### Fish sampling and parasitological analysis

A total of 61 white bream *B. bjoerkna* specimens (20 males and 41 females) were examined between July 2016 and June 2017. They had a mean ( $\pm$  SD) total length of  $21.0 \pm 2.8 \text{ cm}$  (range 15.9–28.3 cm) and a mean ( $\pm$  SD) weight of  $111.1 \pm 48.4 \text{ g}$  (range 48.6–178.9 g). Fish were caught using gillnets with a knot to knot mesh size of 10, 20 and 30 mm. Nets were 50 m long with a 1.5 m hanging depth and cast net. The fish were transported to the laboratory alive, anesthetized with 100 mg/l buffered Tricaine Methane Sulfonate (MS-222), weighed and measured. The sex of each individual was determined by visual and microscopic examination of the gonads. The fish were necropsied as soon as possible; the external surfaces of the body, gills, eyes and internal organs were examined separately.

Wet smears of skin and gills were prepared and examined in order to detect the presence of protozoan parasites. Monogenean parasites were removed and placed on a slide with ammonium picrate-glycerine or lactophenol and covered with a cover-glass, and flat mounts were prepared. Trematode and cestode specimens were identified alive or fixed in 70% alcohol. Parasites were stained in acetocarmine, dehydrated through an alcohol series, cleared in dimethyl phthalate and examined as permanent mounts in Canada balsam. Most of these parasite specimens were slightly flattened before fixation. Crustacean parasites were cleared in lactophenol and mounted

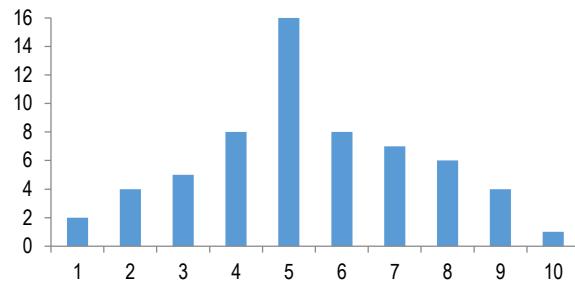
in Canada balsam. Slides were studied with a microscope at 40x and 100x magnification.

### Statistical analysis

The prevalence, mean intensity and abundance of the parasite species were determined as defined by Bush et al., (1997). Kruskal Wallis H Test were used to compare species richness and parasite effect on fish condition factor. Mann Whitney U Test was used to compare differences in mean number of parasite species between male and female fish. The following indices were used to characterise the parasite communities: the Berger-Parker dominance index,  $d=n_{\max}/N$ ; the Shannon-Wiener species diversity index,  $H'=-\sum(p_i \ln p_i)$ ; the Simpson index,  $D=\sum n_i(n_i-1)/N(N-1)$ ; an index of evenness =  $H/H_{\max}$ . Parasites recovered were fixed and preserved according to Bylund et al., (1980). Parasite species were identified according to Lom and Dykova (1992), Niewiadomska (2003), Pugachev et al., (2010) and Bykhovskaya-Pavlovskaya et al., (1962).

### RESULTS

A total of 61 *Blicca bjoerkna* specimens were examined; all of the fish hosts were parasitised by at least one parasite species and a total of 2063 individuals of metazoan parasites were collected in or on the fish hosts. Totally 16 parasite species were identified from the following taxa; *Trichodina* sp., *Epistylis* sp. (Protozoa); *Myxobolus* sp. (Myxozoa); *Dactylogyrus sphaerurus*, *D. cornu*, *D. cornoides*, *D. distinguendus* and *Paradiplozoon homoioion* (Monogenea); *Caryophyllaeus laticeps* and *Cestoda* gen. sp. (Cestoidea); *Diplostomum* sp., *Thylodelphys clavata* and *Posthodiplostomum cuticola* (Digenea); *Piscicola geometra* (Hirudinea); *Glochidium* sp. (Mollusca) and *Argulus foliaceus* (Crustacea), (Figs. 2-7). The infra-communities consisted of 1–10 parasite species, overall, 3.3% were parasitised by one species, 6.6% by two, 26.2% by five parasite species (Figure 1).



**Figure 1.** Frequency distribution of the number of parasite species in *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl

Dominant species in the component communities were *Diplostomum* sp., *D. cornoides*, and *D. cornu*. The most prevalent parasites were *Diplostomum* sp. (78.7%), *D. cornoides* (68.9%), *D. cornu* (67.2%) and *D. sphaerurus* (63.9%). The epidemiological parameters of infection by parasites of *B. bjoerkna* are given in (Table 1).

**Table 1.** Infection parameters of *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl (n=61)

Parasite	IFN	Prevalence (%)	TPN	MI± SD	MA± SD	Min- max	Site of Infection
<i>Trichodina</i> sp.	9	14.8	-	-	-	-	Skin
<i>Epistylis</i> sp.	1	1.6	-	-	-	-	Skin
<i>Myxobolus</i> sp.	22	36.1	-	-	-	-	Gill
<i>Dactylogyurus sphyra</i>	39	63.9	206	5.3 ± 3.04	3.5 ± 3.52	1-12	"
<i>Dactylogyurus cornu</i>	41	67.2	262	6.4 ± 4.02	4.46 ± 3.52	1-17	"
<i>Dactylogyurus cornoides</i>	42	68.9	479	11.4 ± 5.31	7.9 ± 6.90	1-25	"
<i>Dactylogyurus distinguendus</i>	12	19.7	41	3.4 ± 2.31	0.7 ± 1.69	1-7	"
<i>Paradiplozoon homoiion</i>	21	34.4	146	7.0 ± 5.78	2.4 ± 4.72	1-24	"
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	24	39.3	226	9.4 ± 10.65	3.7 ± 8.06	1-37	Intestine
<i>Cestoda</i> gen. sp.	3	4.9	7	2.3 ± 1.53	0.1 ± 0.58	2-3	"
<i>Diplostomum</i> sp.	48	78.7	422	8.8 ± 9.50	6.9 ± 9.16	1-57	Lens of eye
<i>Tylocephalus clavata</i>	4	6.6	12	3.0 ± 2.16	0.2 ± 0.89	1-6	Vitreous humor
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	27	44.3	160	5.9 ± 5.33	2.6 ± 0.89	1-26	Skin
<i>Piscicola geometra</i>	3	4.9	6	2.0 ± 1.0	0.1 ± 0.47	1-3	"
<i>Glochidium</i> sp.	13	21.3	94	7.2 ± 7.43	1.5 ± 4.47	1-25	Gill-Skin
<i>Argulus foliaceus</i>	2	3.3	2	1.0 ± 0	0.03 ± 0.18	1	Gill

IFN: Infected Fish Number; TPN: Total Parasite Number; MI: Mean Intensity; MA: Mean Abundance

The highest dominance index of the metazoan parasites was recorded for *D. cornoides* (23.2%), and the lowest for *A. foliaceus* (0.1%); the dominance index (D) values of the parasite species are given in (Table 2).

**Table 2.** Dominance index of the metazoan parasites in *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl

Parasite Species	Dominance index D (%)
<i>Dactylogyurus sphyra</i>	10.0
<i>Dactylogyurus cornu</i>	12.7
<i>Dactylogyurus cornoides</i>	23.2
<i>Dactylogyurus distinguendus</i>	2.0
<i>Paradiplozoon homoiion</i>	7.1
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	11.0
<i>Cestoda</i> gen. sp.	0.3
<i>Diplostomum</i> sp.	20.5
<i>Tylocephalus clavata</i>	0.6
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	7.7
<i>Piscicola geometra</i>	0.3
<i>Glochidium</i> sp.	4.5
<i>Argulus foliaceus</i>	0.1

The mean parasite diversity (Shannon's H index) was 2.08 and the Shannon-Wiener Evenness (E) had a mean value of 0.81. Diversity indices of the parasite community of *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl are given in (Table 3). The mean number of parasite species richness per host individual (mean infracommunity richness) found was 5.3 and this value increased from 5 in (15.0-16.9 cm) size class to 6.2 in 23.0 cm

> size class and no significant differences were found (Kruskal Wallis H test p > 0.05). Also, the mean numbers of parasite species in male and female fish hosts were found to be 4.4 and 5.8 respectively with significant differences observed (Mann-Whitney U test p <0.05). The condition factor from each size group was computed to analyse the influence of the parasites on fish condition and no significant differences were found (Kruskal Wallis H test p > 0.05). Higher prevalence and mean intensity for *Dactylogyurus cornu* and *D. cornoides* were found in March and April whereas *D. sphyra* reached high prevalence and mean intensity in February. Distribution of other most prevalent parasite *Diplostomum* sp. was highly homogenous. Monthly prevalence and mean intensity of the parasites are given in (Table 4).

**Table 3.** Diversity indices of the metazoan parasites of *Blicca bjoerkna* in Lake Büyük Akgöl

Diversity Indices	
Number of white bream	61
Number of metazoan taxa	13
Species richness	16
Shannon-Wiener Index	2.08
Shannon-Wiener Evenness	0.81
Simpson's Diversity	0.85
Dominant taxon	<i>Dactylogyurus cornoides</i>

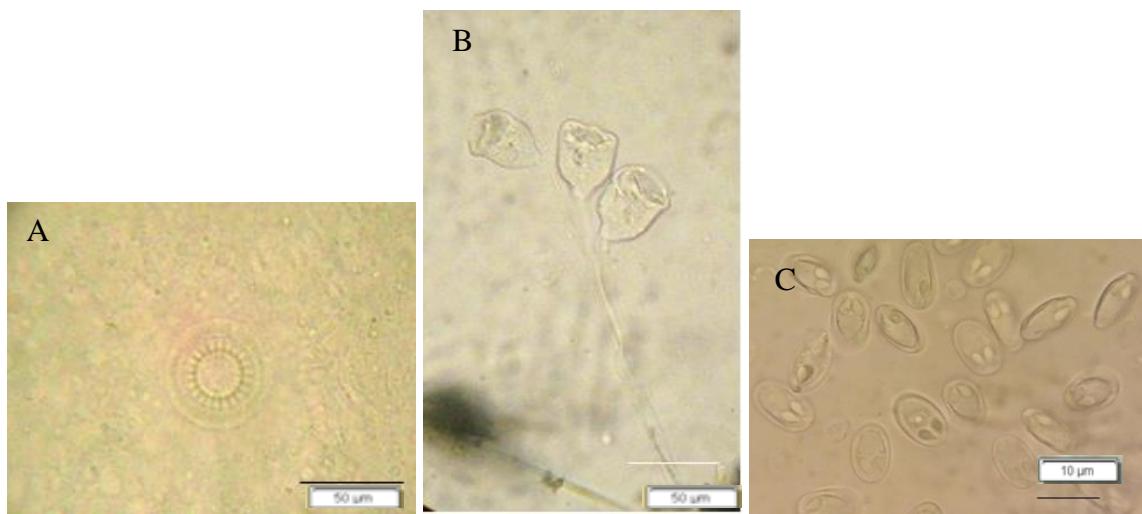


Figure 2. A. *Trichodina* sp., B. *Epistylis* sp., C. *Myxobolus* sp.

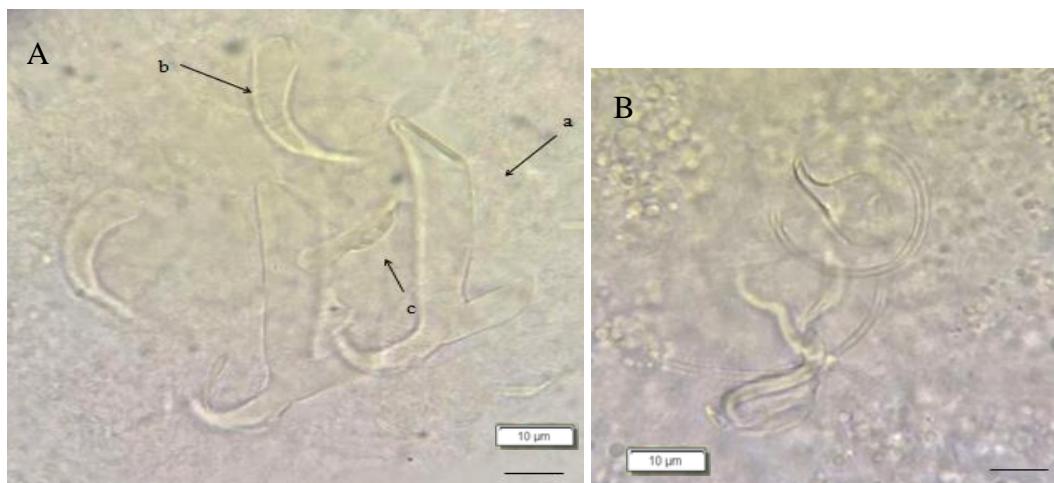


Figure 3. *Dactylogyrus sphyra* A. haptor, a. anchor b. third pair of marginal hook c. bar, B. copulatory organ

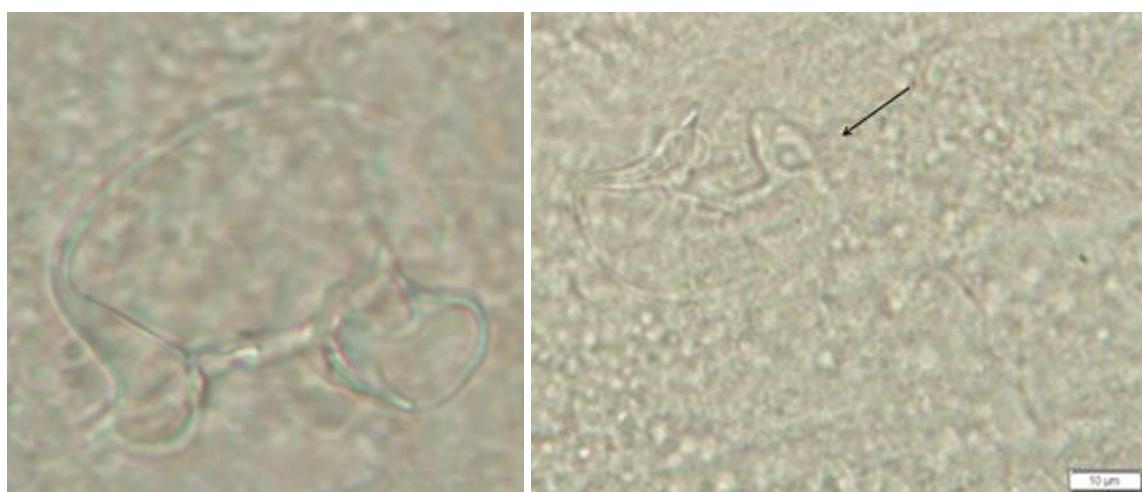


Figure 4. A. *Dactylogyrus cornu*, B. *Dactylogyrus cornoides* copulatory organs

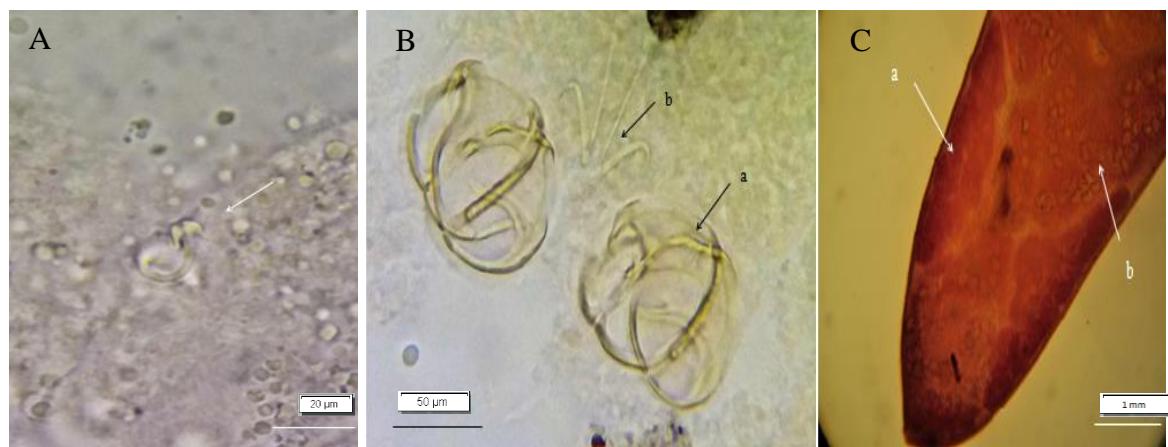


Figure 5. A. *Dactylogyrus distinguendus* vaginal tube, B. *Paradiplozoon homoion* a. clamp b. anchors. C. *Caryophyllaeus laticeps* a. ovary b. vitelline follicles.

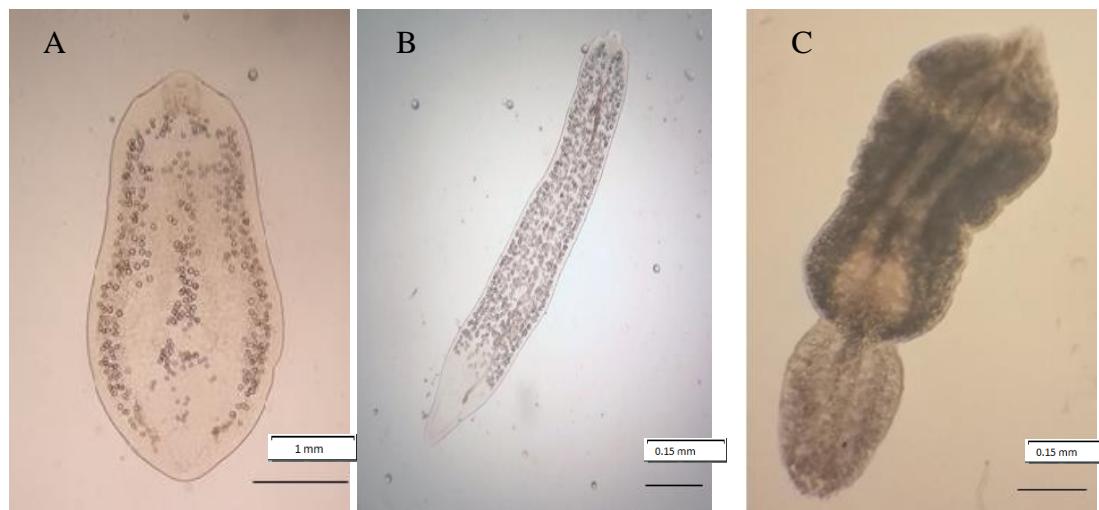


Figure 6. A. *Diplostomum* sp., B. *Thylodelphys clavata*, C. *Posthodiplostomum cuticola*

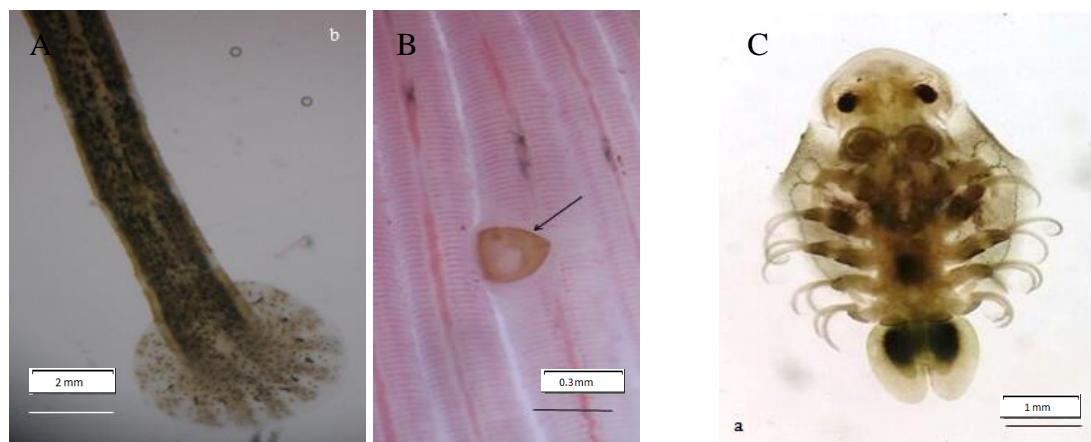


Figure 7. A. *Piscicola geometra* posterior end, B. *Glochidium* sp., C. *Argulus foliaceus*

**Table 4.** Monthly prevalence and mean intensity of the parasites in *Blicca bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl

Parasite Species	December		February		March		April		May		June	
	P (%)	MI	P (%)	MI	P (%)	MI	P (%)	MI	P (%)	MI	P (%)	MI
<i>D.sphyrna</i>	25	2	84.7	6.8	73.9	3.4	44.4	7.5	25	8.5	100	6.5
<i>D.cornu</i>			53.8	7.4	73.9	5.5	88.9	10.9	62.5	4.4	100	4
<i>D.cornoides</i>			69.2	9.5	69.5	10.1	88.9	8.1	50	9.5	100	10
<i>D.distinguendus</i>			7.7	3	34.8	3	22.2	6				
<i>Paradiplozoon homoion</i>							44.4	5.7	100	9.9		
<i>Caryophyllaeus laticeps</i>			46.1	2.5	65.2	11	66.7	9.8				
<i>Cestoda gen. sp.</i>							11.1	2	25	2.5		
<i>Diplostomum</i> sp.	100	15.2	69.2	10.2	100	6.2	88.9	15	75	5.3	100	16
<i>Tylocephalus clavata</i>	100	3.3	7.7	1	4.3	1						
<i>Posthodiplostomum cuticola</i>			38.5	3.6	65.2	5	55.5	11.4	11.1	4.0	75	5
<i>Pisciola geometra</i>			7.7	1								
<i>Glochidium</i> sp.	50	3	7.7	5			88.9	11.3	75	6.3		
<i>Argulus foliaceus</i>									25	2		

P: Prevalence; MI: Mean Intensity

## DISCUSSION

The present paper is a first-time study of parasites communities infecting *B. bjoerkna* from Lake Büyük Akgöl. When the water level is high at the end of winter, the Lake is connected by a canal to Sakarya River. On the other hand nearby Lake Sapanca, during spring months release excess water into Sakarya River. Soylu (1991, 2006) recorded *D. cornu*, *D. cornoides*, *D. sphyrna*, *D. distinguendus*, *Bothriocephalus acheilognathi*, *Aspidogaster limacoides*, *Asymphylodora imitans*, *Tetracotyl* sp., *Diplostomum* sp., *Tylocephalus clavata*, *Posthodiplostomum cuticola* and *Glochidium* sp. in *B. bjoerkna* from oligotrophic Lake Sapanca. Akmirza and Yardimci (2014) found *Trichodina* sp., *Paradiplozoon homoion*, *Allocereadium lobatum*, *Caryophyllaeus laticeps* and *Glochidium* sp. in *B. bjoerkna* from Sakarya River. Naturally, there are similarities between parasite communities of *B. bjoerkna* from these three related aquatic environments. But there are also some differences, in Lake Büyük Akgöl, no intestinal digeneans, acanthocephalan and nematodes were found in *B. bjoerkna*, despite this fish infected by three intestinal digeneans in Lake Sapanca. A parasitological survey conducted in Kocadere Stream, Bursa on *B. bjoerkna* by Selver et al. (2010) and five parasite species identified. The overall prevalence of parasitic infection in this lotic environment were *Dactylogyurus sphyrna* 24.2%, *D. distinguendus* 30.8%, *Diplostomum spathaceum* 95.8%, *C. laticeps* 2.5% and *Eustronglydes* sp. 8.3%. Similar parasitological investigation on *B. bjoerkna* performed in Anzali Lagoon, Caspian Sea Iran by Pazooki et al. (2011) and 11 parasite species found. Identical parasite species from Anzali with our study and their overall prevalence are *Trichodina perforata* 53.9%, *Myxobolus musayevi* 27.2%, *D. sphyrna* 5.2%, *D. spathaceum* 98.7% and *P. cuticola* 15.4%. In Anzali Lagoon only one and in Kocadere Stream two monogenean species recorded, however in the present study five

monogenean species identified. *D. sphyrna* has highest prevalence in our study with 63.9%. In three studies *Diplostomum* recorded in high percentage. Differently than these two studies we could not find nematodes. According to Wisniewski (1958) character of a water body, especially its trophic status influenced and determined composition of parasite species. Toxic pollutants were effective on the free-living stage of parasites and reduced their infectivity and longevity of cercariae. Parasites with indirect life cycles are linked more tightly to the presence of intermediate hosts. The prevalence of digeneans in their intermediate and definitive hosts is inversely related to the degree of pollution and disturbance of aquatic ecosystems (Sures et al., 2017). The species composition of parasite communities is clearly impacted by environmental stress and species richness tends to decrease under degraded conditions (Marcoglies, 2005). Absence of *intestinal* digenean, acanthocephalan and nematodes in the present study is connected to heavy polluted conditions of the lake. During summer and autumn months accompanied by hypereutrophy and minimum water level, dissolved oxygen measured at bottom and surface of the lake were 0.17 and 0.93 mg/l respectively (Şengörür and Demirel, 2002). Drainage waters that flow from irrigated fields bring fertilizers and pesticides into the lake.

The most common elements of zoobenthic biomass were three dominant taxa: Gastropoda, Chironomidae, and Oligochaeta (Aras, 2011). *Viviparus viviparus*, *Lynnea stagnalis*, *Borysthenia naticina* and *Planorbarius corneus* are dominant gastropod species as intermediate host of digeneans that has a wide range of tolerance to different environmental conditions. But two pulmonats; *Gyraulus* sp., and *Radix labiata* (bioindicator species for pollution) were very scarce. *Caryophyllaeus laticeps* was one of the most prevalent parasites in *Blicca bjoerkna* and intermediate host *Potamothrix hammoniensis* is dominant oligochaet in the lake benthos.

Aquatic tubificid oligochaetes known as the intermediate host of *C. laticeps* Mackiewicz (1994) is common on benthic fauna of Lake Büyük Akgöl and is pollution tolerant. *Procladius* sp., *Chironomus plumosus* and *C. tentans* are also dominant chironomids Aras (2011), that are tolerant organisms to pollution (Taşdemir et al., 2010). In Lake Büyük Akgöl, annual mean concentration of Pb, Cu, Cr and Cd exceeded the alert limit (Aras, 2011). Monogeneans were the most abundant species in parasite component communities of *B. bjoerkna*. Dzika (2003) specified that the structure of a parasite community, where monogeneans are a dominant component, indicates a high eutrophication. Koskivaara (1992) found the highest density of *Dactylogyrus* parasites in the most eutrophied and polluted Vatia Lake. In the current study, the lowest mean abundance value of glochidium sp. (1.5 individual per fish) was associated with distorted lake conditions. Anthropogenic disturbances, including pollution are the major factors driving changes in freshwater mussels and listed as

threatened or endangered species in some countries (Keller and Zam, 1991; Nobles and Zhang, 2015). Many mussel species are relatively intolerant of elevated nutrient and toxin concentrations, especially during their larval and juvenile life stages (Valenti et al., 2006).

In conclusion, Monogenea were the most common parasitic group encountered with 16 species found. Identified parasite species of *B. bjoerkna* and their intermediate hosts are pollution tolerant organisms. Intestinal digenetic, acanthocephalan and nematodes were not found in *B. bjoerkna* from this heavily polluted lake.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This article was extracted from a Master's thesis conducted at the Institute for Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, Marmara University. We would like to thank Konacık Village Fishermen's Cooperative for their assistance.

## REFERENCES

- Akmirza, A. & Yardimci, R.E. (2014). Fish Parasites of the Sakarya River, Turkey. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture* 1, 23-29. ISSN: 2148-2608.
- Akıncı, A.G. (1999). Identification of platyhelminth parasites of the white bream (*Blicca bjoerkna* L. 1758, Cyprinidae) from Lake Uluabat (Apolyont). Bursa Uludağ University, Institute for Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, Master's thesis 34pp.
- Altınsaçlı, S., Altınsaçlı, S. & Temel, M. (2013). Species composition and qualitative distribution of macrophytes in four lakes (Karasu, Adapazarı, Turkey). *Phytologia Balcanica*, 19, 67-75.
- Altınsaçlı, S., Altınsaçlı, S. & Paçalı, F.P. (2014). Species composition and distribution of ostracods (Crustacea, Ostracoda) in some lakes and lagoons (Kocaeli and Sakarya, Turkey). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2, 182-192.
- Aras, S. (2011). Macrozoobenthic Limnofauna (Gastropoda, Oligochaeta, Chironomidae) of Lake Büyük Akgöl (Adapazarı) and accumulation of macro and microelements in biotic and abiotic components. Eskişehir Osmangazi University, Institute for Graduate Studies in Pure and Applied Sciences, Ph D Thesis 128 pp.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. & Shostak, A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83, 575-583. DOI: [10.2307/3284227](https://doi.org/10.2307/3284227)
- Bykhovskaya-Pavlovskaya, I. E., Gussev, A.V., Dubinina, M.N., Izumova, N.A., Simirova, T. S., Sokolovskaya, I., Shtein, G.A., Shulman, S. & Epshtain, V.M. (1962). Key to parasites of freshwater fish of the USSR. Izdatelstvi Akademii Nauk SSSR. Moskva Leningrad (Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem).
- Bylund, G., Fagerholm, H.P., Calenius, G., Wikgren, B.J. & Wikström, M. (1980). Parasites of fish in Finland. II. Methods for studying parasite fauna in fish. *Acta Academiae Aboensis Series B* 40, 23 pp.
- Dzika, E. (2003). Parasites of roach, *Rutilus rutilus* (L.), in lakes of the Masuria Lake I and as indicator of the quality of aquatic environment. Wydawnic two UWM Olsztyn, (In Polish).
- Geldiay, R. & Balık, S. (1988). Freshwater fishes of Turkey. Faculty of Science, Ege University, Set of books. Nr: 97.
- Keller, A.E. & Zam, S.G. (1991). The acute toxicity of selected metals to the freshwater mussel, *Anodonta imbecilis*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 10, 539-546. DOI: [10.1002/etc.5620100415](https://doi.org/10.1002/etc.5620100415)
- Koskivaara, M. (1992). Environmental factors affecting monogeneans parasitic on freshwater fishes. *Parasitology Today* 8, 339 – 341. DOI: [10.1016/0169-4758\(92\)90069-E](https://doi.org/10.1016/0169-4758(92)90069-E)
- Krebs, C. J. (1999). Ecological methodology. 2d ed. AddisonWesley, Boston. ISBN-13: 978-0321021731
- Lom, J., & Dykova, I. (1992). Protozoan parasites of fishes. Series: Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier, Amsterdam, 315 pp. ISBN : [0444894349](https://doi.org/10.1016/0444894349)
- Mackiewicz, J.S. (1994). Order Caryophyllidea van Beneden in Carus, 1863. In Khalil, L.F., Jones, A., Bray R.A. (Eds) Keys to the cestode parasites of vertebrates. CAB International, Wallingford, UK, pp. 21 – 43.
- Marcogliese, D.J. (2005). Parasites of the superorganism: Are they indicators of ecosystem health? *International Journal for Parasitology* 35, 705-716. DOI: [10.1016/j.ijpara.2005.01.015](https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.01.015)
- Niewiadomska, K. (2003). The parasites of Polish fish (key to species identification). The flukes-Digenea. Warszawa: P.T.P., pp. 169.
- Nobles, T & Zhang, Y. (2015). Survival, growth and condition of freshwater mussels: Effects of municipal wastewater effluent. *PLoS One*. 10. E0128488. DOI: [10.1371/journal.pone.0128488](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128488)
- Öztürk, M.O. & Altunel, F.N. (2001). The occurrence of cestodes in four species (*Blicca bjoerkna*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Vimba vimba*) of Cyprinidae from Manyas Lake. *Veterinary Journal of Ankara University* 48, 43-50.
- Pazooki, J., Goorabzarmaki, F.T. & Masoumian, M. (2011). Parasitic Infection of an Endemic Fish (*Blicca bjoerkna*) and an Exotic Fish (*Hemiculter beucisculus*) In Anzali Lagoon, Caspian Sea, Iran. *Iran Journal of Parasitology*, 6, 66–73.
- Poulin, R. (1996). Patterns in the evenness of gastrointestinal helminth communities. *International Journal for Parasitology* 26, 181-186. DOI: [10.1016/0020-7519\(95\)00112-3](https://doi.org/10.1016/0020-7519(95)00112-3)
- Poulin, R., Luque, J.L. F. Guilhaumon, F. & Mouillet, D. (2008). Species abundance distributions and numerical dominance in gastrointestinal helminth communities of fish hosts. *Journal of Helminthology*, 82, 193–202. DOI: [10.1017/S0022149X08982626](https://doi.org/10.1017/S0022149X08982626)
- Pugachev, O.N., Gerasev, P.I., Gussev, A.V., Ergens, R. & Khotenowsky I. (2010). *Guide to Monogeneidae of freshwater fish of Palaearctic and Amur regions*. (Scientific Editors: Pugachev O.N., P. Galli and D.Kristsky). 567pp. ISBN 978-88-95994-10-9.

- Selver M.M., Aydoğdu A.I. & Çırak V.Y. (2010). Helminth parasites of white bream (*Blicca bjoerkna* L. 1758) from Kocadere Stream, Bursa. *Acta Parasitologica Turcica* 34, 118 – 121.
- Soylu, E. (1991). Monogeneans of some fishes from Lake Sapanca. Istanbul University Institute of Marine Sciences and Geography Bulletin 8, 145-156.
- Soylu, E. (2006). Some metazoan parasites (Cestoda, Trematoda and Mollusca) of *Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758 from Sapanca Lake, Turkey. *Istanbul University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 20, 51–62.
- Soylu, E. (2012). Monogenean parasites of white bream (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) in Lake Sapanca, Turkey. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University* 18 (Suppl-A): A23-A28. DOI: [10.9775/kvfd.2011.5239](https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.5239)
- Stirling, G., & Wilsey, B. (2001). Empirical relationships between species richness, evenness, and proportional diversity. *American Naturalist*, 158, 286–299. DOI:[10.1086/321317](https://doi.org/10.1086/321317)
- Sures, B., Nachev, M., Selbach, C. & Marcogliese, D.J. (2017). Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology Parasites & Vectors', 6, 65. DOI: [10.1186/s13071-017-2001-3](https://doi.org/10.1186/s13071-017-2001-3)
- Şahin, A.P, Morkoyunlu, Y.A. & Soylu, E. (2013). Composition and seasonal changes of phytoplankton in Lake Büyük Akgöl (Sakarya). *Journal of Eğirdir Fisheries Faculty* 9: 14-21. E-ISSN: 1308–7517.
- Şengörür, B. & Demirel, A. (2002). Eutrophication in Akgöl (Gökent-Sakarya) and water quality classification. *Sakarya University Journal of Science*, 6, 1-8.
- Taşdemir, A., Ustaoğlu, M.R. & Balık, S. (2010). The Chironomidae (Diptera-Insecta) fauna of Yuvarlakçay Stream (Köyceğiz-Muğla-Turkey). *Ege University Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 27, 61-64. ISSN 1300 – 1590.
- Valenti, T.W., Cherry, D.S., Currie, R.J., Neves, R.J., Jones, J.W. & Mair, R. (2006). Chlorine toxicity to early life stages of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae). *Environmental Toxicology and Chemistry* 25, 2512–2518. PMID:16986807
- Wisniewski, W.L. (1958). Characterization of the parasitofauna of an eutrophic lake (parasitofauna of the biocoenosis of Druzno Lake. Part I). *Acta Parasitologica Polonica*. 6, 1-64.

## Endüstriyel balıkçı gemilerinde L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirmesi ve kullanılabilitiği

### Risk assessment in industrial fishing vessels by L type matrix method and its usability

Ozan Soykan 

Ege University, Fisheries Faculty, 35100 Bornova, İzmir, Turkey  
[ozansoykan@hotmail.com](mailto:ozansoykan@hotmail.com)

Received date: 16.02.2018

Accepted date: 23.03.2018

#### How to cite this paper:

Soykan O. (2018). Risk assessment in industrial fishing vessels by L type matrix method and its usability. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 207-217. DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.15

**Öz:** Balıkçılık dünyanın birçok ülkesinde en tehlikeli ve riskli meslek olarak sayılmaktadır. Tehlikeler ve bu tehlikelerden kaynaklanan riskler ancak detaylı bir analiz ve değerlendirme aşamasından sonra tespit edilebilir ve kabul edilebilir düzeye indirilebilir. Bu çalışmada Türkiye'deki endüstriyel balıkçı gemilerindeki risk değerlendirmesi krameri ele alınmış ve L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirmesinin sektörde uygulanabilirliği tartışılmıştır. Çalışmada balıkçı gemilerinde yapılacak risk analizi ve değerlendirme kılınması gereken 37 adet faaliyet/çalışma alanı belirlenmiş ve bunlara ilişkin 110 adet tehlike kaynağı ve tehlikeli olay tespit edilmiştir. L tipi matris yöntemi, her sektörde uygulanabilirliği, basit ve kolay anlaşılabilir yapısı, balıkçı gemilerinde mühendis istihdamının yapılmaması ve çalışanların eğitim düzeyinin bu metoda daha uygun olması gibi önemli özelliklere sahip olması nedeniyle balıkçılık sektöründe kullanılabilmektedir. Dünyanın en tehlikeli mesleklerinden biri olan balıkçılığın ülkemizdeki güvenlik düzeyini belirlemek, mevcut düzeyi geliştirmek ve balıkçıların farklılıklarını artırmak için gerek üniversiteler gerekse de devletin ilgili kurumları tarafından ulusal ölçekte projeler yürütülmesi çok önemlidir. İş sağlığı ve güvenliğinin en önemli aşaması olan risk değerlendirmesi konusunda tüm sektör çalışanları bilgilendirilmeli ve endüstriyel balıkçı gemilerinin hepsinde risk değerlendirmesi yapılmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Balıkçılık, Risk Değerlendirmesi, Matris Yöntemi

**Abstract:** Fishing is acknowledged to be the most dangerous and risky occupation in many parts of the world. Hazards and risks can only be determined after a detailed analyze and evaluation in order to reduce them to an acceptable level. In this study, risk assessment of Turkish industrial fishing vessels was argued and applicability of L type matrix method on industrial fishing sector was discussed. 110 danger sources belonging to 37 activities were determined for the risk assessment studies in the fishing vessels. L-type matrix method can easily be used in the fishing sector by its simple and understandable structure, applicability to all sectors, nonemployed engineers in the fishing vessels and eligibility of fishermen's education level with this methodology. In order to determine the safety level of fisheries in Turkey, which is one of the most hazardous occupation around the world, to develop its current situation and to increase the awareness of fishermen, national projects must be conducted by universities and relevant bodies of the state. Workers of the fishing sector must be informed about risk assessment which is the crucial step of occupational health and safety and risk assessment must be performed in the industrial fishing vessels.

**Keywords:** Fisheries, Risk Assessment, Matrix Method

## GİRİŞ

Günümüzde çalışma hayatı gittikçe zorlaşmaktadır ve çalışanlar bu durumdan gerek psikolojik gerekse de fizyolojik olarak olumsuz etkilenmektedir. Balık ve diğer denizel kaynakların avcılığı genelde zorlu deniz şartlarında gerçekleşmektedir. Hava durumunun zorlu olduğu ya da avın kendisinin risk oluşturduğu zamanlarda kaza ve yaralanmaların sayısı oldukça yüksek olmaktadır (Kaplan ve Kite-Powell, 2000). Bir balıkçı, hastalık veya kaza durumunda profesyonel sağlık hizmetinden çok uzakta olabilmekte ve kıyıya getirilene kadar diğer gemi personelinin yardımına ihtiyaç duymaktadır. Aynı zamanda balıkçılık köklü geleneklere sahip olan bir meslektir. Bunlar içerisinde dünyanın hemen her yerinde

görülenlerden bir tanesi balıkçılara sabit bir maaş yerine avdan pay verilmesidir. Bu durum balıkçılara belli maddi avantajlar yaratırken, kötü hava koşullarında dahi denizde kalmayı tercih etmelerine, çok uzun saatler çalışmaları sonucunda fazla yorulmalarına, dolayısıyla da daha yüksek risklere maruz kalmalarına ve daha fazla kazaya karşı karşıya gelmelerine sebep olmaktadır. Bu nedenlerle balıkçılık dünyanın birçok ülkesinde en tehlikeli ve riskli meslek olarak sayılmaktadır (ILO, 2010). Bu duruma paralel olarak, balıkçılık, Türkiye'de de 26.12.2012 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren "İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Tehlike Sınıfları Tebliği"ne göre tehlikeli işler sınıfında yer almaktadır. Her türlü hava koşullarına açık, gece

çalışmasının var olduğu, sürekli hareket halinde bir güvertenin yanı sıra hidrolik ve mekanik makineler, kaygan ve sulu zemin, ağlar, halatlar, çelik teller çalışma ortamını oldukça tehlikeli hale getirmektedir. En ufak hatanın yaralanma ya da ölümle sonuçlanabilme riski vardır (Ulukan, 2016).

Dünya genelinde 58 milyon kişinin balıkçılık ve akvakültür sektöründe çalıştığı, bunlardan 38 milyonunun avcılık sektöründe çalıştığı ve avcılık sektöründe çalışanlardan 15 milyonun balıkçı gemilerinde tam zamanlı olarak çalıştığı bildirilmiştir (ILO, 2017). Türkiye'de toplam 14340 balıkçı gemisi olup bunlardan 411 tanesi gırırgır, 650 tanesi trol olup bu gemilerin yarattığı istihdama bakıldığına trol teknelerinde 3482, gırırgırlarda 8267 olmak üzere toplamda 31350 balıkçı Türkiye'deki balıkçılık sektörüne hizmet vermektedir (TÜİK, 2015).

Ülkemizde konuya ilişkin temel yasal düzenlemeler, tüm sektörlerde iş sağlığı ve güvenliğini düzenleyen "6331 sayılı İş Sağlığı Ve Güvenliği Kanunu" (İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012), T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'ncı hazırlanan "Balıkçı Gemilerinde Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik" ve (T.C. Resmi Gazete, 28741, 20.08.2103), T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'ncı hazırlanan "Balıkçı Gemilerinin Emniyeti Hakkında Yönetmelik" tır (T.C. Resmi Gazete, 26089, 23.02.2006) .

İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının öncelikli ve en önemli adımı risk değerlendirmesidir. Tehlikeler ve bu tehlikelerden kaynaklanan riskler ancak detaylı bir analiz ve değerlendirme aşamasından sonra tespit edilebilir ve kabul edilebilir düzeye indirilebilir. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre risk değerlendirmesi; işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gereklili "çalışmalar" olarak tanımlanmış ve tüm sektörlerdeki işverenlerin yapması veya yaptırması zorunlu kılınmıştır.

Dünyada, balıkçılıktaki iş sağlığı ve güvenliği konusunda yapılan birçok bilimsel çalışma mevcuttur. Kaplan ve Kite-Powell (2000), balıkçılığın tüm meslekler içerisinde risk alma, sakatlıklar ve ölümler dikkate alındığında en önemli ve en zor mesleklerin arasında yer aldığı bildirmiştirlerdir. Ayrıca mürettebat ölümlerinin çoğunun yangın/patlamaların ve geminin alabora olmasından kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Havold (2010), balıkçı gemilerindeki güvenlik kültürü algısının balıkçının yaş grubu, gemi tipi, gemide yapılan iş ve balıkçı bir yakının varlığı gibi kriterlerle ciddi şekilde değiştigini ortaya koymustur. Pfeiffer ve Gratz (2016), kotaya bağlı balıkçılık yönetiminin balıkçılar arasındaki rekabeti düşürerek (özellikle zorlu hava ve deniz şartlarında balığa çıkma gerekliliğini azaltarak), balıkçılığı daha güvenli bir hale getirebileceğini bildirmiştirlerdir. Ülkemizde konuya ilişkin yapılan çalışmalar nicelik ve nitelik yönünden oldukça sınırlıdır Akyıldız (2009), balıkçı gemilerinin sistematik güvenlik değerlendirme

konusunda çalışmıştır. Ulukan (2016), Doğu Karadeniz'de avcılık yapan gırırgır teknelerinde çalışma ve yaşam koşullarını ortaya koymuştur. Türkiye balıkçılığındaki iş sağlığı ve güvenliği kavramının farklı yönleriyle ele alındığı bildiri düzeyinde çalışmalar da ülkemizde yapılmıştır (Soykan, 2016, Soykan, 2017a, Soykan 2017b). Doğanyılmaz Özbilgin ve Tok (2017) yaptıkları çalışmada, Türkiye'nin Mersin kıyılarında faaliyet gösteren trol teknelerinde çalışan balıkçıların denizde güvenlik farkındalıklarını ortaya koymuşlardır. Ulusal literatürde, trol ve gırırgır gemilerinde risk değerlendirmesi konusunda Tantoğlu (2016) tarafından yapılmış yalnızca 1 adet çalışmaya rastlanmıştır.

Bu çalışmada Türkiye'deki endüstriyel balıkçı gemilerindeki risk değerlendirmesi kavramı ele alınmıştır. Risk değerlendirmesi iş güvenliği konusunun en önemli aşaması olup çok çeşitli yöntemlerle yürütülmektedir. Bunlardan L tipi matris yöntemi, kolay anlaşılır yapısı ile balıkçılıkta daha çok tercih edilmektedir. Çalışmada balıkçılık alanında L tipi matris yönteminin uygulandığı akademik çalışmalar ve özel sektör tarafından hazırlanan risk değerlendirmeleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışma Türkiye'de faaliyet gösteren endüstriyel balıkçı gemilerinde yapılması gereken risk değerlendirmesi konusunda balıkçı toplumunu, balıkçılıkla uğraşan sivil toplum kuruluşlarını, akademisyenleri ve devlet otoritesinin ilgili erkelerini bilgilendirmeyi ve ülkemizde bu alandaki bilimsel literatür eksikliğinin giderilmesine katkı koymayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, L tipi matris yöntemi ile balıkçı gemilerinde yapılan risk değerlendirmesinin anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği, ortaya konmuştur.

### RİSK KAVRAMI, DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ VE ENDÜSTRİYEL BALIKÇILIKTA KULLANIMI

İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliğinde risk; "Tehlikeli bir olayın veya maruz kalma durumunun meydana gelme olasılığı ile olay veya maruz kalma durumunun yol açabilecegi yaralanma veya sağlık bozulmasının ciddiyet derecesinin birleşimi" olarak tanımlanmıştır. Akyıldız (2009), risk analizi, risk değerlendirmesi ve risk yönetimi kavramlarını aşağıdaki şekilde tanımlamıştır:

Risk analizi, tehlikeli sonuçları belirlemek için mevcut bilgilerin sistematik olarak kullanımı ve bu bilgiler ışığında riskin tahmin edilmesidir.

Risk değerlendirmesi, mevcut standartlarla karşılaşırıp analiz edilerek geliştirilen kriterleri kullanmak suretiyle riskin kabul edilebilirliğinin gözden geçirilmesidir.

Risk yönetimi ise uygun risk azaltma tedbirleriyle ve tedbirlerin olası sonuçlarıyla karar geliştirme aşamalarına katkı sağlayacak seviyede olan risk değerlendirme uygulamaları olarak tanımlanabilir.

Risk değerlendirme yöntemleri işletmelerin yapısı ve büyütüğü ile ilgili olarak farklı özellikler taşımaktadır. Risk analiz yöntemleri genelde kalitatif ve kantitatif yöntemler olarak 2 ana başlıkta toplanmaktadır. 100'den fazla risk değerlendirme yöntemi mevcut olup en çok kullanılan risk değerlendirme

yöntemleri, Kontrol Listeleri, Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (HAZOP), Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi (FMEA), Hata Ağacı Analizi (FTA), L Tipi Matris ve Neden – Sonuç Analizi yöntemleridir (Özkılıç, 2005).

L tipi matris, sebep-sonuç ilişkisinin analizinde kullanılan bir metottur (Özkılıç, 2005). Bu yöntemde risk değeri olayın olma olasılığı ile yarataceği şiddetin bileşkesi olarak ifade edilir. Hem olasılık hem de şiddet bileşenleri 1'den 5'e kadar numerik değerler alırlar ve buna bağlı olarak da risk değeri 1 ile 25 arasında değişir. Olasılık ve şiddet değerlerinin numaralandırılmasında kullanılan kriterler sırasıyla Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur. Olasılık ve şiddetin çarpımından elde edilen risk skoruna göre yapılacak eylemlere karar verilir.

**Tablo 1.** A Riskin gerçekleşme sıklığına göre tayin edilen olasılık değerleri (Özkılıç, 2005)

**Table 1.** Appointed value according to the frequency of risk occurrence (Özkılıç, 2005)

Riskin gerçekleşme sıklığı	Olasılık	Değer
Yılda bir	Çok küçük	1
Üç ayda bir	Küçük	2
Ayda bir	Orta	3
Haftada bir	Yüksek	4
Her gün	Çok yüksek	5

**Tablo 2.** Riskin doğuracağı sonuca göre belirlenen şiddet değerleri (Özkılıç, 2005)

**Table 2.** Consequence values according to the risk (Özkılıç, 2005)

Olaşı sonuc	Şiddet	Değer
İş saati kaybı yok, basit ilk yardım gerektiren durum	Çok hafif	1
İş günü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan ve ayakta tedavi gerektiren durum	Hafif	2
Hafif yaralanmaya sebebiyet veren, yatarak tedavi gerektiren durum	Orta derece	3
Ciddi yaralanmaya sebebiyet veren, uzun süreli tedavi gerektiren durum, meslek hastalığı	Ciddi	4
Ölüm veya sürekli iş görememeziğe sebebiyet veren durum	Çok ciddi	5

**Tablo 3.** Tespit edilen risk skorunun anlamlandırılması ve eylemlerin kararlaştırılması

**Table 3.** Explaining the risk score and determination of actions

Risk skoru	Anlam	Eylem
25	Katlanılamaz risk	Başırılenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar işin başlatılmaması, devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulması gerekmektedir. Alınan önlemlere rağmen riski düşürmek mümkün değilse, faaliyetin engellenmesi gerekmektedir.
15, 16, 20	Yüksek düzey risk	Çalışma risk azaltılmadan başlatılmamalıdır. Riskin azaltılması dikkate değer kaynak ayrılması gerekebilir. İşin bu riske rağmen devam etmesi gerekiyorsa acil önlemler alınmalıdır.
8, 9, 10, 12	Orta düzey risk	Risk seviyesini azaltmak için çaba harcanmalıdır. Fakat önleme maliyeti dikkatle ölçülmeli ve sınırlanırılmalıdır. Risk azaltma önlemleri belirlenen en kısa zaman periyodunda uygulanmalıdır. Şiddeti çok yüksek olabilecek orta seviye riskler söz konusu olduğunda; daha iyi önlemler alınabilmesi için olasılık değerlendirmesi bir kez daha yapılmalıdır.
2, 3, 4, 5, 6	Düşük risk	Başırılenen risklerin ortadan kaldırılması için ek önlemlere ihtiyaç duyulmamaktadır. Mevcut önlemlerin sürdürülmesi ve sürdürülüğünün denetlenmesi gerekmektedir.
1	Önemsiz risk	Başırılenen riskleri ortadan kaldırmak için önlem almaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek yoktur.

Balıkçı gemilerinde yapılan işler, gerek zorlu deniz ve hava şartları gereksiz de yapılan avcılık faaliyeti nedenleriyle birçok tehlikeli hareket ve tehlikeli durumu barındırırlar. Tehlikeli hareketler ve tehlikeli durumlar iş kazalarının %98'ini oluşturmaktır ve bunlar önlenebilir sebepler olarak ifade edilmektedir (Alli, 2008).

Bu çalışmada balıkçı gemilerinde yapılacak L tipi matris metoduyla risk değerlendirmesinde kullanılmak üzere kapsamlı bir risk değerlendirme tablosu oluşturulmuştur. Örnek tablonun hazırlanmasında bir akademik çalışmadan (Tantoglu, 2016), T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nda hazırlanan çeşitli yönetmeliklerden ve bir trol teknnesi için özel

bir şirket tarafından yapılan risk değerlendirme çalışmasından yararlanılmıştır.

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununa göre her sektörde risk değerlendirmesinin yapılması zorunlu iken, kullanılacak risk analiz yöntemi hakkında bir hüküm bulunmamaktadır. Risk değerlendirme yöntemlerini birbirinden ayıran temel farklılıklar kendilerine has metodolojileri ve uygulandıkları veya anlamlı sonuç verdikleri sektörlerdir (Özkılıç, 2005).

L tipi matris yöntemi, her sektörde uygulanabilirliği, basit ve kolay anlaşılır yapısı, fazla dökümana ihtiyaç duymaması, balıkçı gemilerinde mühendis istihdamının yapılmaması ve çalışanların eğitim düzeyinin bu metoda daha uygun olması gibi önemli özelliklere sahip olması nedeniyle balıkcılık sektöründe rahatlıkla kullanılabilmektedir (Tantoglu, 2016).

İş sağlığı ve güvenliği kavram ve uygulamaları ülkemizde 2012 yılı itibariyle balıkcılık da dahil olmak üzere tüm sektörler kapsamı içine almıştır. Türkiye'de endüstrinin birçok alanında iş güvenliğini konu alan pek çok bilimsel çalışma olmasına rağmen, balıkcılık konusunda yapılan akademik çalışmalar yetersiz ve sınırlı düzeydedir. Bu yetersizlik konunun bilimsel bir altyapıda tartışılmasını güçleştirmektedir. Tantoglu (2016) endüstriyel balıkçı gemilerindeki (trol ve gırırgır) risk değerlendirmesinde kullanılacak toplam 81 adet tehlike kaynağı ve tehlikeli olay bildirilmiş, bunlardan %20 sine yakının

makine dairesi ve burada yapılan işlerden kaynaklandığını rapor etmiştir. Yazar incelediği gemilerdeki risklerin çoğunluğunu düşük ve orta düzey olarak bildirmiştir, trol gemilerindeki yüksek düzey risk sayısının gırırgırlara göre çok daha fazla olduğunu belirtmiştir. Bu yüksek düzey risklere neden olan tehlike kaynakları/tehlikeli olaylar; vinç operatörünün trol kapısı ile ilgilenen personeli görmemesi, vinç operatörünün çalışma alanını görmemesi, vinç operatörünün güvertedeki çalışmayı görmemesi, yetersiz acil durdurma sistemi, çelik halatların kopması ve elektrik panoları olarak rapor edilmiştir (Tantoglu, 2016). Bunlara ek olarak özellikle dip trol av kompozisyonunda yer alan ve yukarıda tartışılan çalışmada bahsi geçmeyen trakona türü balıklar (*Trachinus spp.*), çucuna balığı (*Myliobatis aquila*), iskorpit balıkları (*Scorpaena spp.*) gibi tehlikeli deniz canlıları biyolojik risk etmenleri kapsamında risk değerlendirmesine dahil edilmelidir. Ayrıca gemilerin güverte ve makina bakımında kullanılan çeşitli kimyasalların (boya, tiner, solüsyonlar vb.) gemide bulunup bulunmadığı, bulunuyorsa depolama şekli, risk değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken bir diğer konudur.

Bu çalışmada balıkçı gemilerde yapılacak risk analizi ve değerlendirmesinde kullanılması gereken 37 adet faaliyet/çalışma alanı belirtmiş ve bunlara ilişkin 110 adet tehlike kaynağı ve tehlikeli olay tespit edilmiştir. Balıkçı gemilerinde uygulanacak olan L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirme örneği Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Endüstriyel balıkçı gemilerinde L tipi matris yöntemi ile risk değerlendirme örneği  
**Table 4.** An example of risk assessment in industrial fishing vessels by L type matrix method

Faaliyet/ Çalışma alanı	Tehlike olayı	Olası sonuç	Mevcut koruma önlemleri	Risk seviyesi			Kalan risk seviyesi			
				İhtimal	Siddet	Risk skoru	Kontrol önlemleri	İhtimal	Siddet	Risk skoru
<b>1. Gemiye biniş ve iniş</b>										
1.1	Merdiven veya iskele kullanılmaması	Denize düşme, yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Gemiye biniş ve inişlerde merdiven veya iskele kullanılmalıdır. Kullanılacak iskelede, korkuluklar uygun malzemeden yapılmış ve sağlam olmalıdır.	1	3	3
1.2	Yetersiz aydınlatma	Denize düşme, yaralanma	Aydınlatma yapılmaktadır.	1	3	3	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	3	3
1.3	Engeller	Takılma ve düşme, hafif yaralanma	Gemiye biniş ve iniş yapılan alanlar engelden arındırılmıştır.	3	3	9	Gemiye biniş ve iniş yapılan güverte alanlarının düzenli tutulması gerekmektedir.	1	3	3
<b>2. Güvertedeki genel çalışmalar</b>										
2.1	İslak ve soğuk koşullar	Çalışanların үşümesi ve ıslanması	Çalışma esnasında balıkçı tulumu giyilmektedir.	3	2	6	Çalışanların kullandığı tulumlar termal özellikte olmalı ve nöbetleşme çalışma yapılmalıdır	2	2	4
2.2	Avin ve av aralarının taşınması	Sırt incinmeleri ve sakatlanmalar, ellerde yaralanmalar	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Elle taşımayı engellemeyecek kaldırma aparatı kullanılmalıdır. Yüklerin tek kişi tarafından kaldırılması önemlidir. Elle taşıma ile ilgili eğitim verilmelidir.	1	3	3
2.3	Denize düşme	Boğulma, ölüm	Düşme tehlikesinin olduğu yerler hakkında çalışanlara eğitim verilmiştir, çalışanlar kayırmaz tabanlı çizme giymektedir.	1	5	5	Düşme tehlikesinin olduğu yerler hakkında çalışanlara eğitim verilmelidir. Düşme tehlikesinin olduğu yerler işaretlenmel, yetkisiz personelin düşme tehlikesinin olduğu yerlere geçişi engellenmelidir. Kayırmaz tabanlı çizme giymeyen personel uyarılmalı ve giymesi sağlanmalıdır.	1	5	5
2.4	Gürültü	Talimatları duyamama, işitmeme azalma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	4	8	Motor ve kaldırma araçlarının bakımları yapılmalı veya gürültü seviyesi az olana değiştirilmeli, işaret dile ile iletişim sağlanabilir.	1	4	4

2.5	Güverte üzerindeki açıklıklar Yetersiz aydınlatma (gece çalışmaları)	Ciddi yaralanmalı düşmeler Ciddi yaralanma, denize düşme, ölüm	Açıklıkların çevresi korkuluk ile kapatılmıştır. Aydınlatma sistemi yeterlidir.	3	4	12	Açıklıkların etrafi korkuluk ile çevrilmiştir. Gerekmediği durumlarda kapakları kapalı tutulmalıdır. Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
2.6	Kaygan güverte Uzun çalışma süreleri Sigara tüketimi ve güvensiz hareketler	Hafif yaralanmalı düşmeler Dikkatsizlik sonucu yaralanmalar Dikkatsizlik sonucu yaralanmalar	Çalışanlar kaydırmaz tabanlı çizme giymektedir. Güverte ağ çekim işleminden sonra yıkanmaktadır. Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır. Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	1	3	3	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
2.7							Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	3	3
2.8							Nöbetleşme çalışma yapılmalıdır.	2	3	6
2.9							Çalışma sırasında sigara tüketilmesi engellenmeli ve çalışanların güvensiz hareketlerde bulunması önlenmelidir.	1	3	3
3. Girgit ağı atma ve sarma operasyonu										
3.1	Avcılık teçhizatına kıyafetlerin takılması	Ciddi yaralanmalar, denize düşme	Çalışanların kullandığı yağmurulkular beden ölçülerine gösterir, cep vb. takılmaya sebep olabilecek kısımlar bulunmamaktadır, personelin taki takması yasaklanmıştır. Çalışma ortamı düzenli tutulmaktadır, kaymaların önlenmesi için güverte temizlemektedir, gerilmiş halatlara yaklaşılmamaktadır. İş tanımları bellidir.	1	4	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
3.2	Tehlikeli güverte alanları	Kayma, takılma ve düşmeler, ciddi yaralanma	Tehlikeleri görmede noksancık, denize düşme, yaralanmalar	1	4	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
3.3	Yetersiz aydınlatma						Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	3	3
3.4	Ağ atılırken ağa/halatlara dolanmak	Denize sürüklendirme, ölüm	Ağın atıldığı bölgeye yetkisiz personel giriş engellenmiştir.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
4. Ağ makarası ile yapılan faaliyetler										
4.1	Kontrol noktasından ağ istifinde çalışanların görülmemesi	Ciddi yaralanma veya ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Naylon brandalar kaldırılmalıdır.	1	5	5
4.2	Eskimiş kontrol kumandası	Kontrol eksikliği sonucu makara altında çalışan tayfının zarar görmesi	Kontrol kumandası iyi durumda olup, bakımları yapılmaktadır	1	4	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
4.3	Makaranın boşalması	Ciddi yaralanma, ölüm	Ağ makarasının bakımları düzenli bir şekilde yapılmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
4.4	Güverteden sarkarak çalışma	Denize düşme, iskelet-kas sistemi sorunları	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Güvenlik kemeri kullanılması gerekmekte olup bu işlemi hep aynı kişinin yapması engellenmemelidir.	1	3	3
4.5	Makaranın altında çalışanların uygun KKD kullanılması Ağ istifinde tekrarlanan hareketlerin yapılması	Baş yaralanmaları	Çalışanlar darbe başlığı kullanmaktadır.	3	4	12	Darbe başlıklar risklere karşı koruyucu değildir. Koruyuculuk düzeyi yüksek olan baretler kullanılmalıdır. Ayrıca personele baretlerin devamlı kullanılması için eğitim verilmelidir.	1	4	4
4.6		Kas iskelet sistemi sorunları	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Nöbetleşme çalışma yapılmalıdır.	1	3	3
5. Trol ağıının atılması ve trol kapıları										
5.1	Ağ atılırken ağa/halatlara dolanmak	Denize sürüklendirme, ciddi yaralanma veya ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Ağ atımı sırasında koordinasyonu sağlayacak bir kişi görevlendirilmelidir. Ağ atacak tayfanın kaymaz çizme giymesini gerekmektedir. Yüzük, bol kiyafet gibi ağa takılma ihtimali olan takı ve kıyafetler kullanılmamalıdır.	1	5	5
5.2	Trol kapısının takılması veya çıkarılması esnasında kapı tarafından sıkıştırılmak veya ezilmek	Ciddi yaralanma/ölüm	Kapının takılma ve çıkarılma işlemi kontrollü olarak yapılmakta olup kontrolü yapan kişi onay vermeden operatör kapıyi vinç ile hareket ettirmemektedir.	2	5	10	Trol kapılarının takılması ve çıkarılması işlemi mekanize olmalıdır.	1	5	5
5.3	Vinç operatörünün trol kapısı ile çalışan personeli görmemesi	Ciddi yaralanma/ölüm	Operatörün görüş açısı uygundur.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
6. Torbanın kaldırılması										
6.1	Güverteden sarkarak çalışma	Denize düşme, hafif yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Güvenlik kemeri kullanılması gerekmektedir.	1	3	3
6.2	Sallanan torbanın tayfa çarpması	Ciddi yaralanma, düşme	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	4	12	Torbanın sallanmasını kontrol altına alacak ekipman kullanılmalıdır. Torbanın sallanması durmadan torba ağızı açılmasına çalışılmamalıdır.	1	4	4

6.3	Vinç operatörünün çalışma alanını görmemesi	Ciddi yaralanma/ölüm	Operatörün görüş açısı uygundur.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
6.4	Torbanı aşın dolması	Ciddi yaralanma, geminin hasar görmesi veya batması	Geminin taşıyabileceği kütleye eşdeğer hacimde ağ kullanılmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
6.5	Kaygan zemin	Kayma, denize düşme, hafif yaralanma	Tayfanın bir bölümü kaymaz tabanlı çizme giymektedir.	3	3	9	Tayfanın tamamının kaymaz tabanlı çizme giymelidir, balıklar istiflendikten sonra güverte yikanmalıdır	1	3	3
7. Vinç ve halat ile yapılan faaliyetler										
7.1	Korumsız hareketli makaralar	Ciddi yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	4	12	Hareketli makaralar sabitlenmelidir.	1	4	4
7.2	Eskişehir makine elementleri	Teçhizatın zarar görmesi, ciddi yaralanma	Makinelerin periyodik kontrolleri zamanında yapılmalıdır.	1	4	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
7.3	Vinç operatörünün güvertedeği çalışmayı görmemesi veya görüşünün engellenmesi	Ciddi yaralanma veya ölüm	Operatörün görüş açısı uygundur.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
7.4	Yetersiz acil durdurma sistemi	Tekne hasarı, ciddi yaralanma veya ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	5	15	Acil durdurma sistemi kurulmalıdır.	1	5	5
7.5	Çelik halatların kopması	Ciddi yaralanma veya ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Deforme olmuş halatların değiştirilmesi gerekmektedir.	1	5	5
7.6	Frenleme sisteminin çalışmaması	Ciddi yaralanma veya ölüm	Periyodik kontrolleri yapılmalıdır.	1	5	5	İşe başlamadan önce uygun şekilde çalıştığı test edilmelidir.	1	5	5
8. Yakalanan balığın taşıyıcı gemiye alınması										
8.1	Güvenli olmayan güverte alanı	Takılma ve düşme - hafif/ciddi yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Çalışma ortamının düzenli ve temiz tutulması gerekmektedir.	1	3	3
8.2	Gemiler arası geçiş	Düşme - ciddi yaralanmalar	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	4	12	Gemiler birbirine tamamen yanaşmadan geçiş yapılması engellenmelidir. Seyyar iskele kullanılmalıdır.	1	4	4
9. Hasarlı donanımın tamiri										
9.1	Güverteden sarkarak çalışma	Denize düşme	Tamiri yapılacak donanım, güverteye alınmadan işlem yapılmamaktadır. Ekipmanlar, üzerindeki yük boşaltılmadan tamir edilmemektedir, donanımların rutin kontrolleri düzenli bir şekilde yapılmalıdır.	2	2	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	2	2	4
9.2	Donanımın aniden boşalması	Ciddi yaralanma veya ölüm	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5	
9.3	Yıpranmış çelik halatlar	Elin çizilmesi ve yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	2	6	Deforme olmuş halatların değiştirilmesi gerekmektedir. Belirli aralıklarla halatların kontrol edilmesi gerekmektedir.	1	2	2
9.4	Uygun olmayan malzeme kullanımı	Hafif yaralanma	Gerekli olabilecek tamir ekipmanı gemide bulunmaktadır.	3	2	6	Tamirat işlemleri ile ilgili bir talimatname oluşturulmalı, tamiratın ehlî kişilerce yapılması sağlanmalıdır.	2	2	4
10. Kaptan köşkü										
10.1	Uyuya kalma	Geminin batması - ölüm	Geminin idaresi kaptan ve ikinci kaptan tarafından yapılmakta olup, dönüşümlü olarak çalışmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
10.2	Dümenin başıboş bırakılması	Geminin batması - ölüm	Gemini idare edebilecek en az bir kişi sürekli olarak kaptan köşkünde bulunmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
10.3	Tecrübesizlik	Geminin batması - ölüm	Kapitan ve ikinci kapitanın kaptanlık belgeleri bulunmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
11. Gemi mutfağı										
11.1	Dağınık çalışma alanı	Takılma, düşme	Çalışma alanı düzenli tutulmaktadır.	2	2	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	2	2	4
11.2	Kaygan zemin	Kayma, düşme	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	2	6	Mutfak zemini kaymaz ve kolay temizlenebilir malzemelerle kaplanmalıdır.	2	2	4
11.3	Hijyen eksikliği	Besin zehirlenmesi, hastalık	Yemeklerde kullanılan gıda malzemeleri yıkılmaktadır.	3	3	9	Belirli aralıklarla ilaçlama yapılmalıdır.	2	3	6
11.4	LPG tüpü kullanımı	Patlama, yanın geminin batması - ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Sanayi tüpü mutfak dışında muhafazalı olarak konuşlandırılmış ve dedantör düzenli olarak yenilenmelidir.	1	5	5
12. Yatakhane										
12.1	Dağınık geçiş ve zemin	Takılma, kayma, düşme, hafif yaralanma	Dağınıklık olmaması için personelle kişisel eşyalarını koyabilecekleri dolaplar verilmiştir.	2	3	6	Yatakhaneının düzenli tutulabilmesi için bir personel görevlendirilmelidir.	1	3	3
12.2	Yetersiz aydınlatma	Tehlikeleri görememe	Aydınlatma yeterlidir. Lamba kapakları bulunmaktadır.	2	2	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	2	2	4

12.3	Gürültü	İşitmeye azalma, yetersiz dinlenme	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	2	6	Yatakhane'de gürültü izolasyonu yapılmalı.	1	2	2
12.4	Havalandırma ve sıcaklık	Sağlık problemleri, hastalık	Doğal havalandırma yapılmaktadır.	2	2	4	Doğal havalandırmanın yeterli olmadığı durumlar için havalandırma sistemi kurulmalıdır. Yatakhane'ye inis merdivenlerine korkuluk yapılmalı ve basamaklar kaymayı önleyici malzeme ile kaplanmalıdır.	1	2	2
12.5	Dar ve sıkışık geçiş yolları	Hafif yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Yatakhane'ye inis merdivenlerine korkuluk yapılmalı ve basamaklar kaymayı önleyici malzeme ile kaplanmalıdır. Baş hızası ve korkuluklar darbe sönümlileyici malzeme ile kaplanmalıdır.	1	3	3
12.6	Sigara	Yangın, ciddi yaralanma ve ölüm	Yatakhane'de sigara içilmesi yasaklanmıştır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
12.7	Lavabo, WC, duş gibi ortak kullanım alanlarında hijyen eksikliği	Hijyen problemleri	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	2	6	Ortak kullanım alanları hergün temizlenmelidir.	1	2	2
13. Makine dairesi										
13.1	Zayıf ulaşım	Hafif yaralanmalar	Makine dairesine inen merdiven kaymaz malzemeden yapılmış olup korkuluklar iyi durumdadır.	2	3	6	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	2	3	6
13.2	Yetersiz aydınlatma	Tehlikeleri görememe, hafif yaralanmalar	Aydınlatma sistemi yeterlidir.	1	3	3	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	3	3
13.3	Baş hızısı engeller	Baş yaralanmaları	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Baş hızısındaki engeller mühendislik önlemleri alımarak kaldırılmalı, mümkün değilse bu engellerin etrafı darbe emici malzeme ile kapatılmalıdır.	2	3	6
13.4	Ana motorlara temas	Ciddi yaralanmalar	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	4	12	Ana motorların sağlam malzemeden yapılmış korkuluk ile çevrelenmesi gerekmektedir.	1	4	4
13.5	Sıcak yüzeyle temas	Yanıklar	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	4	12	Sıcak yüzeyle ısı yalıtımı yapan malzeme ile kapatılmalıdır.	1	4	4
13.6	Gürültü	İşitme kaybı	Makine dairesine inis yapılan merdiven başına bir adet kulak koruyucu asılmıştır.	2	4	8	Kullanılan kulak koruyucuları eskmiş ve deform olmuştu. Kulak koruyucuların sayısı artırılmalıdır. Makine dairesine inmeye yetkisi sadece yetkin personele verilmelidir. Yetkili personel kadar kulak koruyucu temin edilmelidir.	1	4	4
13.7	Yakıt ve yağ sızdırma	Yangın, ölüm	Makineler düzenli aralıklarla kontrol edilmektedir.	1	5	5	Sızıntı varsa derhal temizlenmeli ve sizintinin engellenmesi için makinenin tamiri yapılmalıdır.	1	5	5
13.8	Aküler	Patlama, yangın, ölüm	Makine dairesinde doğal havalandırma yapılmaktadır.	2	5	10	Muhafaza altına alınmalıdır.	1	5	10
13.9	Elektrik panoları	Elektrik çarpması, yanıklar, yangın, ölüm	Periyodik bakımları düzenli bir şekilde yapılmaktadır. İşaretleme ve yetkisiz personelin erişimi engellenmiştir. Kompresörün periyodik kontrolü düzenli bir şekilde yapılmaktadır. Yetkisiz kişilerin erişimi engellenmiş olup kullanım talimatnamesi asılmıştır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
13.10	Sıkıştırılmış hava	Patlama	Periyodik kontrolü düzenli bir şekilde yapılmaktadır. Yetkisiz kişilerin erişimi engellenmiş olup kullanım talimatnamesi asılmıştır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
13.11	Hidrofor (tatlı su tankı)	Ekipman arızası, geminin hasar görmesi	Periyodik kontrolü düzenli bir şekilde yapılmaktadır.	2	5	10	Yetkisiz kişilerin erişimi engellenmeli ve güvenli kullanım talimatnamesi hazırlanıp görülecek bir yere asılmalıdır.	1	5	5
13.12	Aşınmış borular, gevşek bağlantı, y普ranmış contalar	Su baskını – geminin batması, muhtemel ölümler	Makine ve ekipmanların bağlantı noktaları düzenli olarak ehlî kişilerce kontrol edilmektedir. Sintine alarmlarının çalışır durumda olduğu düzenli aralıklarla kontrol edilmektedir. Alarmın aktif olduğunu gösteren ışıklı uyarı sistemi bulunmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
13.13	Sintine alarmının çalışmaması	Su almanın tespit edilememesi	Periyodik kontrolü düzenli bir şekilde yapılmaktadır. Alarmin aktif olduğunu gösteren ışıklı uyarı sistemi bulunmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
13.14	Tecrübesizlik/eğitim eksikliği	Gemiyi ve tayfayı riske atacak arıza veya durum	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Yağçı belgesi olan tayfaya makine dairesine inme yetkisi verilmelidir. Diğer personelin makine dairesine inisi yasaklanmalıdır.	1	5	5
13.15	Yalnız çalışma	Kaza durumunda farkında olmama	Çalışmalar en az iki kişilik ekipler tarafından yapılmaktadır.	1	4	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
13.16	Yetkisiz personelin makine dairesine erişimi	Maddi hasar, yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	4	8	Yağçı belgesi olan tayfaya makine dairesine inme yetkisi verilmelidir. Uyarı levhaları asılmalı ve tayfanın tamamı bilgilendirilmelidir.	1	4	4
14. Geminin iskeleye bağlanması										
14.1	Yetersiz haberleşme	Maddi hasar, denize düşme, yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	4	8	Yönlendirme ehlî ve tek bir kişi tarafından ve iletişim telsiz vb. cihazları yapılmalıdır.	1	4	4
14.2	Gemi tam olarak iskeleye yanaşmadan karaya çıkarma çalışmak	Denize düşme, ciddi yaralanma	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	4	12	Gemi motorları kapatılmadan ve gemi limana bağlanmadan gemiden inmesi engellenmelidir. İnşî için geçiş iskeleyesi kullanılmalıdır.	1	4	4
14.3	Halat atılırken düşme	Denize düşme, ciddi yaralanma	Halat atma işlemi reis kontrolünde tecrübe利 personel tarafından yapılmaktadır.	1	4	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	4	4
15. Germi güvenliği										

15.1	Yangın	Geminin batması, ölüm	Yangın çıkışmasına neden olabilecek makine ve araçların periyodik kontrolleri düzenli bir şekilde yapılmaktadır. Geminin her bölümünde yangın söndürme tüpleri bulunmaktadır. Periyodik kontrolleri yapılmakta olup çalışır durumda olduğu belirli aralıklarla test edilmelidir.	1	5	5	Yangın söndürme tüplerinin yerleri işaretlenmelidir. Son kullanım tarihleri dolmadan yeniden doldurulmaları sağlanmalıdır.	1	5	5
15.2	Acil durum alarmının çalışmaması	Geminin batması, ölüm	Yeterli sayıda can kurtarma ekipmanının bulunmayışı Can kurtarma salını uygın olmaması	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
15.3		Ölüm	Yeterli sayıda can kurtarma ekipmanı bulunmaktadır.	1	5	5	Can kurtarma ekipmanı muhafazalı bir bölme içinde tutulmalı ve görülebilecek şekilde işaretlenmelidir.	1	5	5
15.4		Ölüm	Talimatlar İngilizce ve bazı bölgeleri boyali olduğundan okunamamaktadır. Yakalanan balıklar güverteye alınmadan taşıyıcı gemiye aktarılmaktadır. Geminin taşıyabileceği kütleye esdeger hacimde ağ kullanılmaktadır. İlgili dokümanlar kaptan köşkünde bulunmaktadır.	2	5	10	Talimatname basit ve anlaşılır bir şekilde Türkçe olarak hazırlanıp görülebilecek bir yere asılmalıdır.	1	5	5
15.5	Geminin dengesi ve denize uygun koşullarda tutulmaması	Geminin batması, ölüm	taşıyabileceği kütleye esdeger hacimde ağ kullanılmaktadır. İlgili dokümanlar kaptan köşkünde bulunmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
16. İlkyardım										
16.1	Teknede İlkyardım dolabının olmaması	Yaralanma, iş kaybı	Teknede İlkyardım dolabı bulunmaktadır.	3	3	9	İlkyardım dolabının içerisinde İlkyardım yönetimine uygun olmalıdır.	3	2	6
16.2	İlkyardım eğitimi eksikliği	Yaralanma	Teknede İlkyardım eğitimi almış çalışan yoktur	3	4	12	Teknede çalışan en az 1 kişi İlkyardım eğitimi almış olmalıdır	3	2	6
16.3	Teknede sedye ve battaniye bulunmaması	Yaralanma, iş kaybı	Teknede sedye yoktur.	3	3	9	Teknede sedye bulundurulmalıdır.	3	2	6
17. İşe giriş muayenesi										
17.1	Personellerin işe giriş muayenelerinin olmaması	İş kaybı	Çalışanlardan işe başlarken istenmemektedir.	3	3	9	Personelin işe giriş muayeneleri yaptırımlı ve kendilerine ait özlük dosyasında yer almmalıdır.	2	3	6
18. Elektrik										
18.1	Topraklama ve pano kapaklarının olmaması ve panoda kaçak akım rölesinin bulunmaması	Ciddi yaralanma, ölüm, yangın	Topraklama tesisatı mevcuttur.	3	5	15	Elektrik panosuna kapak yapırılmalı ve kapaklar sürekli olarak kapalı tutulmalıdır. Panoda kaçak akım rölesi bulunmalıdır.	1	5	5
18.2	Elektrik panosunun önünde yalıtkan paspasın olmaması	Elektrik çarpması sonucu yaralanma, ölüm	Mevcut koruma önemi bulunmamaktadır.	3	5	15	Panodonun önünde zemine yalıtkan (kauçuk) paspas konulmalıdır.	1	5	5
18.3	Elektrik kabloların yıpranmış prizlerin yuvalarından çıkış olması	Ciddi yaralanma, ölüm, yangın	Yuvasından çıkışlı bazı prizler mevcuttur.	4	5	20	Yıpranmış, yanmış priz ve kablolar derhal onarılmalı ya da yeni ile değiştirilmelidir.	2	5	10
19. Tatlı su-kullanma suyu tankı										
19.1	Tatlı su tankında hijyen kontrolü	Bulaşıcı hastalık, hijyenik sorunlar	Mevcut koruma önemi bulunmamaktadır.	3	3	9	Tatlı su tankı periyodik olarak klor veya muadili dezenfekte edilmeli ve rutin temizliği yapılmalıdır.	1	3	3
20. Çöp kutuları										
20.1	Çöp kutuları olmaması veya kontrol edilmemesi	Bulaşıcı hastalık, hijyenik sorunlar	Çöp kovası dolduğunda boşaltılmaktadır.	3	3	9	Çöp kovası günlük olarak boşaltılmalı ve temizlenmelidir.	1	3	3
21. Raf ve dolaplar										
21.1	Raf ve dolapların sabitlenmemiş olması	Devrilme veya düşme sonucu yaralanma	Raf ve dolaplar duvarlara sabitlenmiştir.	3	1	3	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir. Dolap kapakları daima kapalı ve kilitli tutulmalıdır.	3	1	3
22. Baş ırgatı										
22.1	Irgatı kullanan kişinin bilgisiz/deneyimsiz olması Demir vira/funda edilirken	Yaralanma, maddi hasar, iş kaybı	Mevcut koruma önemi bulunmamaktadır.	3	2	6	Baş ırgatı kullanan mürettebat eğitümlü ve tecrübeli olmalıdır.	2	2	4
22.2	kullanılan zincir ve demir gözünün bakımsız ve yıpranmış olması Irgatın elektrik tesisatının hasarlı olması	Maddi hasar, iş kaybı	Mevcut koruma önemi bulunmamaktadır.	2	3	6	Zincirin kontrolü düzenli olarak yapılmalıdır.	1	3	3
22.3		Elektrik çarpması sonucu yaralanma, ölüm	Mevcut koruma önemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Tesisatın kontrolü düzenli olarak yapılmalıdır, ırgat topraklama hattına bağlanmalıdır.	1	5	5

22.4	Demir vira/funda edilirken halat/zincir arasında/başka birinin bulunması	Ciddi yaralanma, ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	5	10	Yetkisiz personel burada görev yapmamalıdır. Uyarı levhası bulundurulmalıdır.	1	5	5
<b>23. Vardavela puntelleri</b>										
23.1	Puntellerin olmaması veya yeterli yükseklikte olmaması	Güverteden düşme sonucu ciddi yaralanma, ölüm	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	4	5	20	Vardavela puntellerinin yüksekliği en az 90 cm olmalıdır.	2	5	10
<b>24. Ağ</b>										
24.1	Ağın düzenli şekilde istiflenmemesi	İş kaybı, takılıp düşme sonucu yaralanma	İstifleme ağ tamburuna yapılmaktadır.	2	2	4	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	2	2	4
<b>25. Bağlama halatları</b>										
25.1	Halatların eskimiş/yıpranmış olması	Halat kopması sonucunda maddi hasar, yaralanma	Halatlar düzenli olarak kontrol edilmektedir.	2	2	2	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	2	2	4
<b>26. Babalar ve kurtajızları</b>										
26.1	Babaların ve kurtajızlarının güvenmeye olan bağlı noktalarının zayıflamış veya yıpranmış olması	Maddi hasar	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	2	2	4	Babaların ve kurtajızlarının kontrolü düzenli olarak yapılmalıdır.	1	2	2
<b>27. Su üstü radarı</b>										
27.1	Su üstü radarinin çalışmaması	Maddi hasar, deniz kazası sonucu yaralanma, ölüm	Su üstü radarinin ve buna bağlı donanımların bakımları düzenli olarak yapılmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
<b>28. Su altı radarı</b>										
28.1	Su üstü radarinin çalışmaması	Maddi hasar, deniz kazası sonucu yaralanma, ölüm	Su altı radarinin ve buna bağlı donanımların bakımları düzenli olarak yapılmaktadır.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
<b>29. Satallite</b>										
29.1	Kontrollerin ve bakımların yapılmaması	İş kaybı	Satallite ve buna bağlı donanımların bakımları düzenli olarak yapılmaktadır.	1	3	3	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	3	3
<b>30. Pusula cihazları</b>										
30.1	Kontrollerin ve bakımların yapılmaması	Rota kaybedilmesi sonucu iş kaybı	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	4	3	12	Pusula cihazlarının bakımları dönemsel olarak yapılmalıdır. Eğer düşünülmeliysse ehliyetli kişilere düzeltilemelidir.	1	3	3
<b>31. Telsiz</b>										
31.1	Eğitsiz kişilerce kullanılması	İş kaybı	Mevcut koruma önlemi bulunmamaktadır.	3	2	6	Telsiz mutlaka telsiz eğitimi almış kişilere kullanılmalıdır.	1	2	2
<b>32. Can simitleri</b>										
32.1	Can simitlerinin nitelik/nicelik açısından yetersiz olması	Güverteden düşme durumunda can kaybı	Teknede mürettebat sayısından daha fazla sayıda can simidi vardır ve bunlar SOLAS'ın belirlediği kriterlere uygun olup gerekli sertifikalar sahiptir.	1	5	5	Mevcut koruma önlemleri yeterlidir.	1	5	5
<b>33. Can yelekleri</b>										
33.1	Can yeleklerinin nitelik/nicelik açısından yetersiz olması	Güverteden düşme durumunda can kaybı	Teknede mürettebat sayısından daha fazla sayıda can yeleği vardır ve bunlar SOLAS'ın belirlediği kriterlere uygun olup gerekli sertifikalar sahiptir. Ancak gemi üzerinde balıkçılar bunları giymemektedirler.	3	5	15	Gemi üzerinde bulundukları sürece balıkçıların bunları giymesi sağlanmalıdır.	3	3	9
<b>34. Can kurtarma botları</b>										
34.1	Can kurtarma botlarının olmaması	Çalışma veya batma durumunda can kaybı	Teknede can kurtarma botu mevcuttur fakat botun denize indirilmesinde kullanılacak mekanik tertibat yok acilen yapılmalı ve hazır tutulmalıdır.	2	5	10	Botun denize indirilmesinde kullanılacak mekanik tertibat yok acilen yapılmalı ve hazır tutulmalıdır.	2	3	6
34.2	Can kurtarma botlarının kontrollerinin yapılmaması / hasarlı olması	Çalışma veya batma durumunda can kaybı	Can kurtarma botlarının şısmesini sağlayan donanımların çalışır vaziyette ve hazır durumda değildir.	2	5	10	Can kurtarma botlarının şısmesini sağlayan donanımlar çalışır vaziyette tutulmalıdır. Botların kontrolleri yapılmalı aksi takdirde yenisine ile değiştirilmelidir.	2	3	6
<b>35. Acil durum planı</b>										

35.1	Yangın veya kaza durumunda acil durum planının hazırlanmamış olması	Yaralanma, ölüm, maddi hasar	Teknede hâlihazırda bulunan bir acil durum planı yoktur.	3	5	15	Acil durum planı derhal hazırlanmalı, acil durumda görev yapacak personelin görev yerleri ve sorumlulukları tanımlanmalıdır.	1	5	5
<b>36. İş sağlığı ve güvenliği eğitimleri</b>										
36.1	Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almamış olması	İş kazası sonucu yaralanma, ölüm, meslek hastalığına yakalanma, maddi hasar	Teknede iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmemektedir.	4	5	20	Çalışanlar yasal hakları olan yıllık 12 saatlik iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almalıdır.	1	5	5
<b>37. Boyalar ve diğer kimyasallar</b>										
37.1	Boya ve diğer kimyasal maddelerin teknede bulunması	Boya ve diğer kimyasalların devrilmesi sonucu yangın, zehirlenme, ölüm	Tekne ambarında bir önceki bakından kalan çok sayıda kimyasal madde mevcuttur.	5	5	25	Teknede çok gereklilik olmadıkça yanıcı ve zehirleyici olan kimyasal madde bulundurulmamalıdır.	1	3	3

Açıklama: 1-15 arası başlıklar Tantoğlu (2016)'dan alınmış, 16-37 arası başlıklar, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'na hazırlanan çeşitli yönetmelikler, bir trol teknesi için özel bir şirket tarafından yapılan risk değerlendirme çalışması ve kişisel gözlem ve deneyimler baz alınarak oluşturulmuştur.

Tablo 4'te verilen tehlike kaynakları ve tehlikeli olaylara karşı alınan mevcut koruma önlemleri riskin şiddetini dolayısıyla da riskin skorunu belirlemektedir. Mevcut önlemler doğrultusunda hesaplanan risk skoru mevcut risklerin analizidir. Yapılan değerlendirmede 9 tehlike kaynağı veya tehlikeli olayın 15 ve üzeri risk skoruna sahip olduğu bulunmuştur. Bu yüksek risk skoruna ait potansiyel durumların hepsi alınacak ek tedbirlerle kabul edilebilir bir seviyeye indirilmiştir (Tablo 4).

Balıkçılık sektöründeki ulusal istatistiklere bakıldığından 2010 – 2014 yılı arasındaki T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu verilerine göre balıkçılık mesleğindeki iş kazası sayıları giderek artış göstermiştir. 2011, 2012 ve 2013 yıllarında olayın 15'den büyük risk skoruna sahip olduğu bulunmuştur. Bu yüksek risk skoruna ait potansiyel durumların hepsi alınacak ek tedbirlerle kabul edilebilir bir seviyeye indirilmiştir (Tablo 4).

Balıkçılık sektöründeki ulusal istatistiklere toplam 3 adet ölümlü iş kazası meydana gelmiştir. 2014 yılı 196 iş kazası ile en çok kaza yaşanan yıl olmuş buna rağmen bu yıl içerisinde ölümlü iş kazası rapor edilmemiştir (SGK, 2017). T.C. Sosyal Güvenlik kurumunun 2015 yılı verilerine göre avcılık sektöründe 169'u deniz balıkçılığında ve 13'ü tatlı su balıkçılığında olmak üzere toplam 182 iş kazası gerçekleşmiş ve bunların hiçbiri ölümle sonuçlanmamıştır. Buna karşın balıkçılıkta hiç meslek hastalığı rapor edilmemiştir (SGK, 2017). Kaza ve meslek hastalıkları sayılarının bu denli düşük çıkışının muhtemel nedeni elde edilen verilerin sigortalı balıkçılar üzerinden sağlanmasıdır. Oysaki balıkçıların önemli

bir bölümünün sigortasız (pay karşılığı veya sadece ücret karşılığı çalışan) çalıştığı bilinmektedir. Konuya ilişkin bir diğer nedenin de balıkçıların iş kazası ve meslek hastalığı farkındalıklarının yetersizliği olarak düşünülmektedir (Soykan, 2017b). Bu çalışmada araştırmalar sonucunda Türkiye'deki endüstriyel balıkçılıkta faaliyet gösteren trol ve gırırgır teknelereinin ne kadarının iş sağlığı ve güvenliği hizmeti aldığı konusunda net bir bilgiye ulaşılamamıştır. Tantoğlu (2016), Karadeniz'de faaliyet gösteren 2'si trol, 2'si gırırgır olmak üzere 4 gemi üzerinde yaptığı çalışmada teknelerde 3'ünün iş sağlığı ve güvenliği hizmeti aldığı, 30 çalışanı olan bir gırırgır gemisinin ise bu hizmeti almadığını bildirmiştir. En doğru ve bilimsel verilere ulaşabilmek için; kaza ve meslek hastalığı istatistikleri, ramak kala olay bildirimleri, periyodik muayene raporları gibi bilimsel verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Balıkçılık sektöründe bu verilere ulaşmak çoğu kez mümkün olamamaktadır.

Dünyanın en tehlikeli mesleklerinden biri olan balıkçılığın ülkemizdeki güvenlik düzeyini belirlemek ve mevcut düzeyi geliştirmek için gerek üniversiteler gerekse de devletin ilgili kurumları tarafından ulusal ölçekte projeler yürütülmeli çok önemlidir. Buna ek olarak balıkçıların iş güvenliği ve işçi sağlığı konularında farkındalığını artırmak toplumsal bir görev olarak konuya ilgili çalışan tüm kamu kuruluşlarının ilgisi dahilinde olmalıdır. İş sağlığı ve güvenliğinin en önemli aşaması olan risk değerlendirme konusunda tüm sektör çalışanları bilgilendirilmeli ve risk değerlendirme tüm endüstriyel balıkçı gemilerinde yapılmalıdır. Balıkçıların güvenli şartlar altında çalışabilmesini sağlamak ilk adımı budur.

## KAYNAKÇA

- Akyıldız, H. (2009). Bir balıkçı gemisinin sistematik güvenlik değerlendirmesi. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, 179, 11-17.
- Alli, B.O. (2008). *Fundamental principles of occupational health and safety*. Geneva: International Labour Office
- Doğanyılmaz Özbilgin, Y. & Tok, V. (2017). Investigation of Mersin bay trawl fishermen's safety at sea awareness. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34(2), 139-144. DOI: 10.12714/egefjas.2017.34.2.04
- Havold, J.I. (2010). Safety culture aboard fishing vessels. *Safety Science*, 48, 1054–1061.
- ILO (2010). *Handbook for improving living and working conditions on board fishing vessels*. Switzerland: International Labor Office.
- ILO (2018). Fisheries. Alıntılanma adresi: <http://www.ilo.org/global/industries-and-sectors/shipping-ports-fisheries-inland-waterways/fisheries/lang--en/index.htm> (15.02.2018)
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Kanun Numarası: 6331, Kabul Tarihi: 20/6/2012, Yayımlandığı R. Gazete: Tarih: 30/6/2012 Sayı: 28339, Yayımlandığı Düstür: Tertip: 5 Cilt: 5

- Kaplan, I.M.& Kite-Powell, H.I. (2000). Safety at sea and fisheries management: fishermen's attitudes and the need for co-management. *Marine Policy*, 24, 493-497.
- Özkiliç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK), Ankara, 219 pp.
- Pfeiffer, L. & Gratz, T. 2016. The effect of rights-based fisheries management on risk taking and fishing safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (10): 2615-2620. DOI: 10.1073/pnas.1509456113
- SGK (2017). SGK istatistik yıllıkları. Alıntılmama adresi: [http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sdgk\\_istatistik\\_yi\\_liliklari](http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sdgk_istatistik_yi_liliklari) (05.04.2017)
- Soykan, O. (2016). A General Evaluation On Occupational Health And Safety in Trawlers Operating in the Aegean Sea, Turkey. 2<sup>nd</sup> International Congress on Applied Ichthyology & Aquatic Environment. 10 – 12 November 2016. Messolonghi, Greece. 333-337.
- Soykan, O. (2017a). Türkiye'deki Büyük Ölçekli Balıkçılıkta Risk Etmenleri Üzerine bir Değerlendirme, 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 2017 (pp:102) 12-15 Sinop, TÜRKİYE: Bildiriler kitabı.
- Soykan, O. (2017b). Türkiye Avcılık Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği, 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu 2017 (pp:110) 12-15 Sinop, TÜRKİYE: Bildiriler kitabı.
- Tantoğlu, G. (2016). Balıkçı gemilerinde yapılan çalışmaların iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü İş sağlığı ve güvenliği uzmanlık tezi, Ankara, 140 pp.
- T.C. Resmi Gazete. (2006). 26089 Sayılı, T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'ndan. Balıkçı Gemilerinin Emniyeti Hakkında Yönetmelik. 23 Şubat 2006. Alıntılmama adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/02/20060223-4.htm>
- T.C. Resmi Gazete. (2013). 28741 Sayılı, T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'ndan. Balıkçı Gemilerinde Yapılan Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik. 20 Ağustos 2013. Alıntılmama adresi: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/08/20130820-2.htm>
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2015. Su Ürünleri İstatistikleri 2015, Ankara.
- Ulukan, U. (2016). Balıklar, Tekneler ve Tayfalar: Türkiye'de Balıkçılık Sektoründe Çalışma ve Yaşam Koşulları, *Çalışma ve Toplum*, 1, 115-142.



## Su ürünleri yetiştirciliğinde biyoyumak teknolojisi

### Biofloc technology in aquaculture

Doğukan Kaya\*  • Ercüment Genç 

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, 06110-Ankara, Türkiye

\* Corresponding author: [dogukankaya@ankara.edu.tr](mailto:dogukankaya@ankara.edu.tr)

Received date: 04.01.2018

Accepted date: 28.03.2018

#### How to cite this paper:

Kaya, D & Genç, E. (2018). Biofloc technology in aquaculture. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 219-225.  
DOI:10.12714/egefias.2018.35.2.16

**Öz:** Su ürünleri üretiminde doğal kaynakların korunması ve çevresel standartlara uygun yetiştircilik yapılması için sürdürülebilir metodların geliştirilmesi bir gereklilikdir. Hayvan refahı ve gıda etiğine uygun ürün arzı, günümüzde önem gösterilen başlıca bir konudur. Çevre dostu yeni üretim metodlarından biri biyoyumak (biofloc) teknolojisidir. Bu teknoloji, su ürünleri yetiştircilik sistemlerinde karbon ve azot dengesine dayanan ve su kalitesini artıran bir sistemdir. Bu çalışmada, su ürünleri yetiştirciliğinde son yıllarda etkin bir biçimde kullanılmaya başlanan biyoyumak teknolojisinin yetiştircilikte sunduğu faydalara derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoyumak, su kalitesi, karbon/azot oranı, besleme

**Abstract:** It is necessary to develop sustainable methods for the conservation of natural resources and the production in accordance with environmental standards in aquaculture. Animal welfare and product supply suitable for food ethics is a major issue that is important today. One of the eco-friendly new production methods is biofloc technology. This technology is based on carbon and nitrogen balance in aquaculture systems and improves water quality. In this study, biofloc technology, which has been used effectively in aquaculture in recent years, has been compiled.

**Keywords:** Biofloc, water quality, carbon/nitrogen ratio, nutrition

## GİRİŞ

Artan dünya nüfusuyla birlikte küresel gıda ihtiyacı temini, alternatif ve sürdürülebilir üretim sistemlerinin gün yüzünemasına neden olmuştur. Bu noktada besin üretimine çözüm arayışları çerçevesinde FAO ve Dünya Bankası projeksiyonları insan gıdasının sularda yapılacak su ürünlerini yetiştirciliğiyle karşılanabileceğini öngörmektedir.

2015 yılı itibarıyle dünya toplam üretimi 162 milyon tona ulaşan su ürünleri üretimi bu gıda temininde önemli bir rol oynamaktadır ([FAO 2015](#)). Su ürünleri yetiştirciliğinde temel prensip; çevreyle dost, canlı refahı ile etik/biyogüvenlik olgularını gözetlen, sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilebilmesidir. Bununla birlikte yetiştircilikte uygun mali oranların yakalanabilmesi, hem sosyal hem de ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından aynı derecede önem taşımaktadır ([Crab vd. 2012](#)). Su ürünlerini yetiştirciliğinin etkin bir şekilde yapılabilmesi ve devamlılığının sağlanması için biyoyumak (biofloc) teknolojisi; mevcut üretim tekniklerine alternatif bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır.

Biyoyumak teknolojisi ilk olarak Fransız Denizel Araştırmalar Enstitüsü, Pasifik Okyanus Merkezi (Ifremer-COP) çalışanları tarafından 1970'li yılların başında farklı penaeid

karides türlerinin (*Penaeus monodon*, *Fenneropenaeus merguiensis*, *Litopenaeus vannamei* ve *L. stylirostris*) yetiştirciliğinde denenmiştir ([Aquacop, 1975](#); [Emerenciano vd. 2012a](#)). Bu teknoloji organik madde ile bakteri, protozoa, rotifer, nematod ve diğer organizmalar gibi mikroorganizmalar arasındaki ilişkinin anlaşılması ile farklı araştırmalara konu olmuştur. Biyoyumak teknolojisi su ürünlerini yetiştircilik sektöründe Asya ve Latin Amerika ülkelerinde geniş alanlarda uygulanan ve gelişmeye devam eden bir üretim tekniği olarak bilinmektedir. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri, Güney Kore, Brezilya ve Çin'de de küçük ölçekte yürütülmektedir. Dünya genelinde ise birçok araştırma merkezinde ve üniversitede temel olarak yetiştircilik yönetimi, besleme, üreme, mikrobiyal ekoloji, biyoteknoloji ve su ürünlerini ekonomisi üzerine yoğun araştırma ve geliştirme projeleri ile çalışılmaktadır ([Emerenciano vd. 2012a](#)).

Su ürünlerini yetiştirciliğinde yoğun yem kullanımı, su ortamında besin elementlerinin artışına neden olmakta ve bu durum, suyun önemli ölçüde kalite parametrelerini etkileyen olumsuz bir süreci hazırlamaktadır. Bu bağlamda, su değişimini sınırlayan, organik atıkların birikimini engelleyen, yemin etkin

bir biçimde değerlendirilmesini sağlayan ve suyu kalite parametreleri yönünden iyileştiren sistem arayışları, yetiştirciliğin odak noktalarından biri haline gelmiştir. Biyoyumak teknolojisi bahsedilen bu arayışlara cevap verebilecek üretim sistemlerinin bir parçası olarak görülebilir.

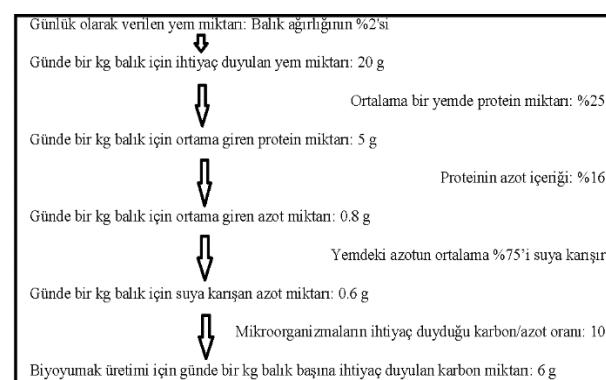
### Biyoyumak teknolojisi ve önemi

Partikül haldeki organik madde ile mikroorganizmalar ve sucul canlıların oluşturduğu yapı potansiyel besin kaynağı özelliği taşımaktadır. Biyoyumak teknolojisinde, bu mikroorganizma yumaklarından yetiştirciliği yapılan türler besin olarak faydalananabilmektedirler ([Emerenciano vd. 2013b](#)). Biyoyumak teknolojisi, yetiştircilik sisteminde heterotrofik mikroorganizmaların çoğalmaları teşvik edilerek su kalitesini artırmayı sağlayan, böylelikle daha ekonomik ve sürdürülebilir yetiştirciliğe olanak veren bir üretim teknigi olarak tanımlanmaktadır ([Crab vd. 2012; Long vd. 2015](#)). Heterotrofik mikroorganizmaları ve organik parçacıkları içeren biyoyumak, suya bir karbon kaynağı ilave edilerek ortamda optimum karbon/azot oranının sağlanmasıyla gerçekleştirilir ([Şekil 1](#)) ([Crab vd. 2007; Long vd. 2015](#)). Bu yöntemle teşvik edilen biyoyumağın azot alımı, amonyum konsantrasyonunun azaltılmasını nitrifikasiyon sürecine göre daha hızlı şekillendirmektedir ([Hargreaves, 2006; Crab vd. 2012](#)). Biyoyumak sisteminde, amonyum ve diğer azotlu organik atık bileşikler; bakteriyel biyomasla sucul canlılar için besin kaynağı özelliği taşıyacak bir niteliğe dönüştürülmektedir. Bu anlamda biyoyumak teknolojisi, yetiştircilikte su kalitesini iyileştirmesinin yanında daha az su kullanımını olanaklı hale getirmekte ve ekstra besin kaynağı olarak fayda yaratmaktadır ([Avnimelech 2006; Long vd. 2015](#)).

### Biyoyumak kompozisyonu ve besinsel değeri

Biyoyumaklar alg, bakteri, protozoan, dişki ya da tüketilmeyen yemler gibi diğer partikül organik maddelerin oluşturduğu küme olarak ifade edilmektedir. Biyoyumak içerisinde zooplankton ve nematod türleri de yer almamaktadır. Bazı biyoyumaklar makroskopik nitelik taşıırken; bunların çoğunlukla 50-200 mikron boyutlarında oldukları kayıt edilmektedir ([Hargreaves 2013](#)).

Biyoyumakların besinsel kalitesinin yetiştirciliği yapılan türler için uygun olduğu bilgisi de mevcuttur. Biyoyumağın kuru ağırlık bazında protein içeriği %25-50 aralığında, ortalama olarak %30- 45 düzeyinde, yağ içeriğinin ise %0,5-15 aralığında ve ortalama %1-5 düzeyinde olduğu ifade edilmektedir. Biyoyumağın metiyonin ve sistin aminoasitlerinin temin edilmesindeki yeterliliğine yönelik çelişkili çalışmalar olsa da vitamin ve mineraller için iyi bir kaynak olduğu, ayrıca probiyotik etkilerinin de söz konusu olduğu bildirilmektedir ([Hargreaves 2013](#)).



**Şekil 1.** Biyoyumak uygulamasında tüketilmeyen yemden ve dışkıdan kaynaklı azot ürünlerin uzaklaştırılması için ihtiyaç duyulan karbon miktarının şematik gösterimi ([Crab vd. 2012](#)'den uyarlanmıştır)

**Figure 1.** Schematic display of amount of carbon needed to remove the nitrogen wasted from uneaten feed and feces by biofloc practice (Modified from [Crab et al. 2012](#))

### Su ürünleri yetiştirciliğinde biyoyumak uygulamaları

Su ürünleri yetiştirciliğinde gelişen teknolojik olanaklar ve pratik uygulamalar sayesinde alternatif üretim modellerinden biri haline gelen biyoyumağın son yıllarda artan bir ivme yakaladığı anlaşılmaktadır. Biyoyumağın karbon kaynağı kullanılarak su ürünleri alanında uygulamaya girdiğini ve yetiştircilik için olumlu sonuçlar elde edildiğini gösteren çalışmalar [Tablo 1](#)'de konuya ilgili araştırmacıların yararlanabilecekleri için listelenmiştir.

**Tablo 1.** Biyoyumağın farklı karbon kaynaklarında bazı yetiştircilik parametrelerine etkisi  
**Table 1.** Effect of biofloc on some aquaculture parameters in different carbon sources

Karbon kaynağı	Yetiştirilen tür	Büyüme performansı	İmmün parametre	Su kalitesi	Literatür
Buğday unu	<i>Oreochromis niloticus</i>	↑	↑	↑	<a href="#">Azim ve Little (2008)</a>
Nişasta	<i>O. niloticus x O. aureus</i>	↑	↔	↑	<a href="#">Crab vd. (2009)</a>
Asetat, gliserol	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	↑	↔	↑	<a href="#">Crab vd. (2010)</a>
Buğday unu	<i>Penaeus semisulcatus</i>	↑	↑	↑	<a href="#">Megahed (2010)</a>
Melas	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↑	↔	↑	<a href="#">Krummenauer vd. (2011)</a>
Sükroz	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↑	↔	↑	<a href="#">Ray vd. (2011)</a>
Dekstroz	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↑	↔	↑	<a href="#">Gaona vd. (2011)</a>
Melas	<i>Oreochromis sp.</i>	↑	↔	↑	<a href="#">Ekasari ve Maryam (2012)</a>
Melas, buğday kepeği	<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	↑	↑	↑	<a href="#">Emerenciano vd. (2012b)</a>
Sükroz	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↔	↑	↔	<a href="#">Xu ve Pan (2013)</a>

Melas	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↑	↔	↑	Schweitzer vd. (2013)
Melas	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↔	↔	↑	Silva vd. (2013)
Melas, tapyoka, pirinç kepeği	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↑	↑	↑	Ekasari vd. (2014)
Buğday unu	<i>Penaeus monodon</i>	↑	↑	↑	Anand vd. (2014)
Melas	<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>	↑	↑	↑	Souza vd. (2014)
Melas	<i>Oreochromis niloticus</i>	↑	↔	↑	Ekasari vd. (2015)
Glukoz	<i>Oreochromis niloticus</i>	↑	↑	↑	Long vd. (2015)
Melas	<i>Cyprinus carpio</i>	↑	↔	↔	Najdegerami vd. (2016)
Buğday unu	<i>Oreochromis niloticus</i>	↑	↑	↑	Mansour ve Esteban (2017)
Melas, misir nişastası, glikoz	<i>Cyprinus carpio</i>	↑	↔	↑	Bakhshi vd. (2018a)
Melas, misir nişastası, glikoz	<i>Cyprinus carpio</i>	↑	↑	↑	Bakhshi vd. (2018b)
Buğday unu, melas	<i>Litopenaeus vannamei</i>	↑	↑	↑	Peixoto vd. (2018)
Buğday unu	<i>Apostichopus japonicus</i>	↑	↑	↔	Chen vd. (2018)
Giserol	<i>Clarias gariepinus</i>	↑	↑	↑	Dauda vd. (2018)

↑: Artış, ↔: Belirlenmemiş

### Eklembacaklılar üzerine yapılan çalışmalar

Biyoyumak teknolojisi kullanılarak farklı karides türleri (*L. vannamei*, *P. monodon*, *F. paulensis*, *F. brasiliensis*, *F. Setiferus*, *P. semisulcatus*) üzerine yapılan çalışmalarla başarılı sonuçlar alındığı araştırmacılar tarafından kayıt edilmektedir (Samocha vd. 2007; Mishra et al. 2008; Arnold vd. 2009; Ballester vd. 2010; Emerenciano vd. 2011b; Peixoto vd. 2018). Bu teknolojinin başlıca avantajının biyoyumağın eklembacaklı canlıları için daha iyi beslenme olanağı sağlama ve pazar boyuna yetiştircilik süresinin kısaltılmasıdır (Emerenciano 2013a).

Kuhn vd. (2010), tilapia yetişiriciliğinden elde ettikleri balık dışkısı kullanılarak üretiltiği bildirilen iki farklı biyoyumak tipinin kapalı dolaşımı sisteme karides yetişiriciliği üzerindeki etkisinin araştırılmışlardır. Biyoyumaklar ardışık kesikli reaktörde (karbon eklemesiyle) ve membran biyolojik reaktörde (karbon eklemesi olmadan) üretilerek, balık unu ve/veya bitkisel protein yerine kullanılmıştır. Biyoyumak kullanılmayan kontrol grubu ile dört farklı biyoyumak ilave seviyesini (%10, 15, 21 ve 30) karşılaştırmasında; yaşama oranı ve hasat miktarı bakımından gruplar arasında istatistikî bir fark gözlenmediğini fakat biyoyumak ilaveli yemle beslenen balıkların kontrol grubuna göre daha iyi büyümeye oranları elde ettiklerini bildirmiştirler. Araştırmacılar, biyoyumağın uygulamada balık unu ve bitkisel proteinden gelen hammaddenin yerine kullanılabilirliğini ayrıca tilapia yetişiriciliğinden kaynaklı atıkların da bu yöntemle geri kazanımının mümkün olabileceğiğini vurgulamışlardır.

Schweitzer vd. (2013), farklı biyoyumak tiplerinin (toplam askıda katı madde; 200 mg/L, 400-600 mg/L, 800-1000 mg/L) sıfır su değişimi şartlarında *Litopenaeus vannamei*'nin yoğun stok koşullarında büyümeye performansı üzerine yaptıkları araştırmada; biyoyumağın orta seviyede (400-600 mg/L) tutulması halinde yoğun yetişiricilik için ve sistemin sürdürülebilirliği ile üretkenliği açısından daha verimli sonuç alınacağını bildirmiştirler. Gaona vd. (2017) tarafından, biyoyumak uygulaması esnasında farklı seviyelerde askıda katı madde (100-300 mg/L; düşük seviye, 300-600 mg/L; orta seviye, 600-1000 mg/L; yüksek seviye) varlığının su kalitesi ve

karides (*Litopenaeus vannamei*) yetişiriciliği üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada karideslerin büyümeye performansı, yaşama oranı, yem dönüşüm oranı ve toplam üretimin; düşük ve orta seviyede askıda katı halinde biyoyumak uygulanan gruptarda daha yüksek oranlarda bulunduğu fakat gruplar arasında istatistikî farklılığın belirlenemediğini bildirmiştirler. Yüksek biyoyumak seviyesindeki gruptarda ise anılan parametrelerin düşüştüğünü ve diğer iki gruba göre istatistikî farklılık gösterdiğini bildirmiştirler. Araştırmacılar, düşük seviyede biyoyumağın *L. vannamei* yetişiriciliği için daha iyi bir büyümeye performansı sağladığını ve bu seviyenin 100-300 mg/L aralığında sürdürülmesinin önemini vurgulamışlardır.

Emerenciano vd. (2012b) tarafından sınırlı su değişimi yapılan havuzlarda karides (*Farfantepenaeus brasiliensis*) yetişiriciliğinde biyoyumak teknolojisi yem kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, deneme sonu canlı ağırlık ve biyomas bakımından biyoyumak uygulanan grupların kontrol grubuna göre daha iyi gelişim göstergelerini kayıt etmişlerdir. Çalışma ile biyoyumağın besinsel kalitesinin *F. brasiliensis* larva yetişiriciliğinde büyümeyi artırma niteliği bakımından önemli görüldüğü bildirilmiştir.

Zhao vd. (2012), *Marsupenaeus japonicus* üretiminde yoğun stoklama ve sıfır su değişimi koşullarında biyoyumak teknolojisini etkinliğini araştırmışlardır. Biyoyumak uygulanan grubun amonyak ve nitrit düzeylerinin kontrol grubuna göre istatistikî olarak daha düşük seviyelerde saptandığını bildirmiştirler. Biyoyumak uygulanan grubun karides verimi bakımından kontrol grubuna oranla % 41,3 daha yüksek seviyelerde sonuç verdiği, benzer şekilde %12,0 daha yüksek protein etkinlik oranı ve %7,22 daha iyi yem dönüşüm oranı belirlediklerini kayıt etmişlerdir. Biyoyumak teknolojisiniin *M. japonicus* yetişiriciliğinde yüksek stok yoğunluğu ve sıfır su değişimi koşullarında etkin bir araç olarak kullanılabilceğini ifade etmişlerdir.

Xu vd. (2013), biyoyumak uygulamasının juvenil karides (*Litopenaeus vannamei*) yetişiriciliğinde immun yanıt ve antioksidan aktivitesine etkisini araştırdıkları çalışmada, biyoyumak gruplarında sıfır su değişimi koşullarında iki farklı karbon/azot oranı 15:1 ve 20:1 belirlemiştir, kontrol grubu için

ise su değişimi yapıldığını belirtmişlerdir. Biyoyumak gruplarında toplam hemosit fagositik aktivitesinin ve hemoljen içerisindeki toplam hemosit miktarının kontrol grubuna göre daha yüksek seviyede bulunduğu, benzer şekilde hepatopankreas ve plazmada toplam antioksidan kapasitenin de kontrol grubuna oranla daha yüksek saptandığı kayıtlarıdır. Sıfır su değişimi koşullarında karbonhidrat ilavesiyle oluşturulan biyoyumağın karides yetişiriciliğinde immun hücresel yanıt ile antioksidan seviyesini artırdığını bildirmiştirlerdir.

**Furtado vd. (2015)**, biyoyumak uygulaması ile karides (*Litopenaeus vannamei*) yetişiriciliğinde nitrat toksisitesinin (75 (kontrol), 150, 300 ve 600 mg NO<sub>3</sub> - NL) etkisini araştırmışlardır. Artan nitrat seviyelerinin ortalama olarak yaşama oranını düşürdüğünü, canlı ağırlık, ağırlık kazancı ve yem dönüşüm oranı bakımından yüksek nitrat seviyelerinin istatistikî olarak olumsuz etkilendigini, haftalık canlı ağırlık kazancı ve yaşama oranı bakımından ise artan nitrat seviyesiyle negatif bir korelasyonun saptadıklarını belirtmişlerdir. Yüksek nitrat seviyelerinin; solungaç ve hepatopankreasta histopatolojik hasara da neden olduğunu bildirmiştirlerdir.

**Peixoto vd. (2018)** *Litopenaeus vannamei* yetişiriciliğinde biyoyumak uygulaması ile birlikte yemleme sikliğinin rejimlerinin büyümeye performansı ve enzim aktivitesi üzerine etkilerini belirledikleri çalışmada; günde üç kez yemlemenin büyümeye performansı ve enzim aktivitesini artırdığını kaydetmiştir.

**Moreno-Arias vd. (2018)** düşük tuzlulukta (%05) *Litopenaeus vannamei* yetişiriciliğinde balık unu yerine bitkisel protein karışımı kullanımının biyoyumak varlığında etkisini araştırmışlardır. Biyoyumağın yüksek kalitede protein ve esansiyel yağ asitlerini sağlayabileceğini ve kısmen de balık unu yerine ikame edilebileceğini belirtmişlerdir.

#### Balıklar üzerine yapılan çalışmalar

Biyoyumak teknolojisi, eklembacaklı canlıların yetişiriciliğinde etkin olarak son yıllarda kullanılmaya başlasa da balık yetişiriciliği açısından çalışmaların oldukça sınırlı olduğu özellikle de tilapia balıklarına odaklı gerçekleştiği anlaşılmaktadır. **Azim vd. (2008)**'e göre biyoyumak içeriği balık yetişiriciliğinde ve su kalitesini artırmada etkin olarak kullanılabilir. Bu yaklaşımla başlayan çalışmalar incelendiğinde; **Azim ve Little (2008)**, tilapia (*Oreochromis niloticus*) yetişiriciliğinde su kalitesi, biyoyumak kompozisyonu, büyümeye ve balık refahı üzerine yaptıkları çalışmada; biyoyumak uygulamasıyla birlikte iki farklı ham protein oranına sahip yem (%35 ve 24) verilen balıklar ile biyoyumak uygulanmaksızın %35 ham proteinli yem (kontrol grubu) verdikleri balıkları karşılaştırmışlardır. Balık üretiminin biyoyumak uyguladıkları grplarda kontrol grubuna kıyasla %45 daha yüksek ürün elde ettiklerini bununla birlikte biyoyumak uygulamaları arasında yemdeki protein oranlarının değişiminin büyümeye istatistikî açıdan farklılık yaratmadığını belirtmişlerdir. Balık refahı açısından yaptıkları

değerlendirmede biyoyumak uygulanan gruplara ait balıklarda; yüzgeç, solungaç histolojisi, kan parametreleri, hematokrit ve plasma kortisol seviyelerinin kontrol grubu ile karşılaşıldığında farklılık göstermediğini bu anlamda biyoyumak varlığının balıklar üzerinde stres faktörü olarak olumsuz bir etkiye neden olmadığını da bildirmiştir.

**Ekasari ve Maryam (2012)**, farklı stok yoğunluklarında (25, 50 ve 100 balık/m<sup>3</sup>) tilapia (*Oreochromis sp.*) yetişiriciliği yapılan tanklarında biyoyumak uygulamasının üretim performansı ve su kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Yetişiricilikte kritik önemi olan azotlu bileşiklerden toplam amonyak azotu ve nitit seviyelerinin biyoyumak grubunda kontrol grubuna kıyasla daha düşük olduğunu, en yüksek yaşama oranının ise 25 balık/m<sup>3</sup> stok yoğunluğunda biyoyumak uygulanan grupta saptandığını bildirmiştirler.

**Luo vd. (2013)** biyoyumak teknolojisini kullanarak yetişiricilikten kaynaklı atıkların uzaklaştırılması üzerine yaptıkları çalışmada; inorganik azot dinamiklerini araştırmışlardır. Çalışmada *Scortum barcoo* türü kullanıldığı ve iki farklı deneme döneminde (birinde sisteme ardışık kesikli reaktörlerde organik karbon kaynağı olarak glukoz ilave edilirken diğer grupta bir karbon kaynağı kullanılmadan) yetişiricilikten gelen amonyumun heterotrofik bakteriler tarafından kullanıldığını ve yeterli miktarda karbon kaynağı ilavesi ile biyoyumak oluşumunun gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Çalışmanın 6 haftalık diliyi içerisinde glukoz eklenen grubunda amonyum konsantrasyonunun  $13,22 \pm 0,98$  mg N/L'den  $0,40 \pm 0,02$  mg N/L'ye, nitrat konsantrasyonu ise ilk 5 hafta içinde  $72,41 \pm 1,34$  mg N/L'den  $0,10 \pm 0,02$  mg N/L'ye düşerek keskin bir azalma gösterdiği bildirilmiştir.

**Long vd. (2015)**, fiberglas tanklarda biyoyumak teknolojisinin tilapia (*Oreochromis niloticus*) balıklarında büyümeye, sindirim aktivitesi, hematoloji ve immun yanıt üzerine etkilerini sıfır su değişiminde araştırmışlardır. Nitrit ve nitrat konsantrasyonlarının biyoyumak uygulanan tanklarda kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde saptandığı belirtilmiştir. Kontrol grubuya karşılaşıldığında, biyoyumak uygulanan grubun canlı ağırlığı, ağırlık kazancı ve protein etkinlik oranlarının daha yüksek seviyede bulunduğu, benzer şekilde yem dönüşüm oranının da daha düşük seviyede belirlendiğini kaydetmiştir. Karaciğerde tripsin ve amilaz seviyelerinin her iki grup için istatistikî olarak benzerlik gösterdiğini, lipaz aktivitesinin ise biyoyumak grubunda daha yüksek seviyede bulunduğuunu bildirmiştir. Bağırsak tripsin ve lipaz seviyelerinin her iki grupta da farklılık göstermediğini, amilaz aktivitesinin ise biyoyumak grubunda daha yüksek seviyede saptadığını belirtmiştir. Hematoloji analizleri bakımından iki grupta da farklılık görülmemişti. Araştırmacılar biyoyumak uygulamalarının; iyi su kalitesini sürdürmede, yemden faydalananında ve büyümeye performansında etkinlik sağladığını, balıklarda sindirim enzimleri aktivitesini artıran bir araç olduğunu da ifade etmişlerdir. **Bakhshi vd. (2018b)**, sazan balıklarında biyoyumak uygulamasında farklı karbon kaynaklarının büyümeye performansı, kan parametreleri ve immün sistem üzerindeki etkilerini incelemiştir, karbon kaynağı

olarak mısır nişastası kullanılmasının bağışıklık sistemini geliştirdiğini ve hastalık dayanımını artırdığını rapor etmişlerdir. Farklı karbon kaynaklarının araştırıldığı bir diğer çalışmada da [Deng vd. \(2018\)](#) *Pelteobagrus vachelli* yetişiriciliğinde biyoyumağın yapısı ve mikrobiyal topluluk çeşitliliği üzerine etkilerini belirlemiştir. Biyoyumak teknolojisinde karbon kaynağı olarak selüloz kullanımının bakteriyel çeşitlilik açısından tayıpoka nişastasına göre daha faydalı olduğunu bildirmiştir, her iki karbon kaynağı uygulamasında da biyoyumak teknolojisinin azotlu ürünlerini uzaklaştırmada etkin olduğuna ve amonyak okside eden bakteri topluluklarının gelişimine katkıda bulunduğuna da dikkat çekmişlerdir.

[Fauji vd. \(2018\)](#) tarafından karabalık (*Clarias gariepinus*) yetişiriciliğinin biyoyumak uygulamasıyla farklı stok yoğunlıklarında denendiği çalışmada biyoyumak teknolojisinin büyümeye performansı, yemden yararlanma, enfeksiyonalara karşı dayanım ve yetişiriciliğin ticari karlılığı bakımından pozitif yönlerinin dikkat çектiğini vurgulamışlardır. Araştırmalar biyoyumak teknolojisi ile tanklara 8 larva/L stok yoğunluğu uygulamasının üretimde uygun olabileceğini tavsiye etmişlerdir.

## SONUÇ

Su ürünleri yetişiriciliğinde biyoyumak teknolojisine yönelik çalışmaların sınırlı düzeyde olduğu ve özellikle de son yıllarda ağırlık kazandığı anlaşılmaktadır. Biyoyumak teknolojisinin yetişiricilik uygulamalarında kullanılmasının, büyümeye ve su kalitesinde yaşanan bazı sorunların minimize edilmesinde aktif rol oynayabileceği ve bununla birlikte bu teknolojinin yetişiricilik çalışmalarında daha fazla yer bulacağı üretim sistemlerinin gelecekte uygulamaya gireceği düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Aquacop, (1975). Maturation and spawning in captivity of penaeid shrimp: *Penaeus merguiensis* de Man, *Penaeus japonicus* Bate, *Penaeus aztecus* Ives, *Metapenaeus ensis* de Haan and *Penaeus semisulcatus* de Haan. In: Proceedings of the Sixth Annual Meeting World Mariculture Society (ed. by J.W. Avault & R. Miller), pp. 123–129. Louisiana State University, Baton Rouge.
- Anand, P. S., Kohli, M. P. S., Kumar, S., Sundaray, J. K., Roy, S. D., Venkateshwarlu, G., Sinha, A. & Pailan, G. H. (2014). Effect of dietary supplementation of biofloc on growth performance and digestive enzyme activities in *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 418, 108-115. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2013.09.051](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.09.051)
- Arnold, SJ., Coman, FE., Jackson, CJ. & Groves, SA. (2009). High-intensity, zero water exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: An evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*, 293, 42-48. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2009.03.049](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.049)
- Avnimelech, Y. (2006). Bio-filters: the need for a new comprehensive approach. *Aquacultural engineering*, 34(3), 172-178. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2005.04.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.001)
- Azim, ME., & Little, DC. (2008) The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 283, 29-35.
- Dünyada uygulanan bütün üretim sistemlerinde belirli noktalarda sorunlarla karşılaşılabilen gibi biyoyumak teknolojisi de bazı dezavantajlar barındırmaktadır. Bunların başında üretimi gerçekleştiren özel sektörün biyoyumak teknolojisini uygulamaya ikna edilmesi gelmektedir. Bu sorun su ürünleri yetişiriciliğinde yaygın görüş olan suyun temiz ve berrak olması gerekliliğinden ileri gelmektedir. Biyoyumak teknolojisinde suda fazla miktarda askıda katı madde varlığından kaynaklanan önyargının aşılabilmesi konusu su ürünleri yetişiriciliği için alternatif bir yaklaşım olarak sunulan bu teknolojinin geleceği açısından tartışılmalıdır.
- Su ürünleri yetişiriciliğinde biyogüvenlik yaklaşımına uygun stratejiler geliştirilmesi ve pratige dönüştürülmesi önceliklerimden biridir. Son yıllarda yetişiricilikten gelen üretim miktarlarının artması, patojen kaynaklı hastalıkların ortayamasına ve güvenli üretimin tartışılmasına neden olmaktadır. Bu çerçevede, üreticilerin riskleri minimize edecek uygulamalara yönelmeleri ve daha güvenli yetişiricilik koşullarını temin etmeleri beklenmektedir. Biyoyumak teknolojisi, açık bir şekilde patojen organizmaların yetişiricilik ortamında azaltılmasını sağlamak ve biyogüvenlik olgusunu destekler nitelikte faydalı sunmaktadır.
- Dünyada giderek büyüyen su ürünleri yetişiriciliği, çevre dostu, canlı ağırlık kazancında artış sağlayan ve düşük maliyet oranları sunan uygulamalara ihtiyaç duymaktadır. Biyoyumak teknolojisinin su ürünleri yetişiriciliğinde çeşitli araştırmalarda da gösterildiği üzere, amonyaklı bileşiklerin uzaklaştırılmasında, yem dönüşüm oranının iyileştirmeye ve atıkların tekrar yem niteliği kazanarak yeniden kullanılması gibi birçok katkı getirdiği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak ülkemiz yetişiricilik sektöründe biyoyumak teknolojisi kullanılarak kapsamlı araştırmaların gerçekleştirilmesi ve fayda getirecek yeni uygulamaların denenmesi su ürünleri yetişiriciliğimizin devamlılığı açısından önemli olacaktır.
- DOI: [10.1016/j.aquaculture.2008.06.036](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.06.036)
- Azim, M. E., Little, D. C. & Bron, J. E. (2008). Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C: N ratio in feed and the implications for fish culture. *Bioresource Technology*, 99(9), 3590-3599. DOI: [10.1016/j.biortech.2007.07.063](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.07.063)
- Bakhshi, F., Najdegerami, E. H., Manaffar, R., Tukmechi, A. & Farah, K. R. (2018a). Use of different carbon sources for the biofloc system during the grow-out culture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings. *Aquaculture*, 484, 259-267. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.11.036](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.11.036)
- Bakhshi, F., Najdegerami, E. H., Manaffar, R., Tokmechi, A., Farah, K. R. & Jalali, A. S. (2018b). Growth performance, haematology, antioxidant status, immune response and histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fed biofloc grown on different carbon sources. *Aquaculture Research*, 49(1), 393-403. DOI: [10.1111/are.13469](https://doi.org/10.1111/are.13469)
- Ballester, ELC., Abreu, PC., Cavalli, RO., Emerenciano, M., Abreu, L. & Wasielesky, W. (2010). Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. *Aquaculture Nutrition*, 16, 163-172. DOI: [10.1111/j.1365-2095.2009.00648.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2009.00648.x)
- Chen, J., Ren, Y., Wang, G., Xia, B. & Li, Y. (2018). Dietary supplementation of biofloc influences growth performance, physiological stress, antioxidant

- status and immune response of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). *Fish & shellfish immunology*, 72, 143-152. DOI: [10.1016/j.fsi.2017.10.061](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.10.061)
- Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. & Verstraete, W. (2007). Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, 270: (1-4), 1-14. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2007.05.006](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.006)
- Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P. & Verstraete, W. (2010). The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* postlarvae. *Aquaculture Research*, 41(4), 559-567. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2009.02353.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02353.x)
- Crab, R., Defoirdt, T., Bossier, P. & Verstraete, W. (2012). Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, 356, 351-356. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2012.04.046](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.04.046)
- Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W. & Avnimelech, Y. (2009). Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquacultural Engineering*, 40(3), 105-112. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2008.12.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2008.12.004)
- Dauda, A. B., Romano, N., Ebrahimi, M., Teh, J. C., Ajadi, A., Chong, C. M., Karim, M., Natrah, I. & Kamarudin, M. S. (2018). Influence of carbon/nitrogen ratios on biofloc production and biochemical composition and subsequent effects on the growth, physiological status and disease resistance of African catfish (*Clarias gariepinus*) cultured in glycerol-based biofloc systems. *Aquaculture*, 483, 120-130. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.10.016](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.016)
- Deng, M., Chen, J., Gou, J., Hou, J., Li, D. & He, X. (2018). The effect of different carbon sources on water quality, microbial community and structure of biofloc systems. *Aquaculture*, 482, 103-110. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.09.030](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.030)
- Ekasari, J. & Maryam, S. (2012). Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. *HAYATI Journal of Biosciences*, 19(2), 73-80. DOI: [10.4308/hjb.19.2.73](https://doi.org/10.4308/hjb.19.2.73)
- Ekasari, J., Angela, D., Waluyo, S. H., Bachtiar, T., Surawidjaja, E. H., Bossier, P. & De Schryver, P. (2014). The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, 426, 105-111. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2014.01.023](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.023)
- Ekasari, J., Rivandi, D. R., Firdausi, A. P., Surawidjaja, E. H., Zairin Jr, M., Bossier, P. & De Schryver, P. (2015). Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. *Aquaculture*, 441, 72-77. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2015.02.019](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.019)
- Emerenciano, M., Ballester, ELC., Cavalli, RO. & Wasielesky, W. (2011b). Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. *Aquaculture International*, 19(5), 891-901. DOI: [10.1007/s10499-010-9408-6](https://doi.org/10.1007/s10499-010-9408-6)
- Emerenciano, M., Cuzon, G., Goguenheim, J. & Gaxiola, G. (2012a). Floc contribution on spawning performance of blue shrimp *Litopenaeus stylostris*. *Aquaculture Research*, 44(1), 75-85.
- Emerenciano, M., Ballester, E. L., Cavalli, R. O. & Wasielesky, W. (2012b). Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquaculture Research*, 43(3), 447-457. DOI: [10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2011.02848.x)
- Emerenciano, M., Cuzon, G., Paredes, A. & Gaxiola, G. (2013a). Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture: growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *Aquaculture International*, 21(6), 1381-1394. DOI: [10.1007/s10499-013-9640-y](https://doi.org/10.1007/s10499-013-9640-y)
- Emerenciano, M., Gaxiola, G. & Cuzon, G. (2013b). Biofloc technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry. In: Matovic MD (ed.) Biomass Now -Cultivation and Utilization, pp. 301-328. InTech, Queen's University, Belfast, Canada.
- FAO (2015). FAO Global Aquaculture Production statistics database updated to 2013: Summary information. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fauji, H., Budiardi, T. & Ekasari, J. (2018). Growth performance and robustness of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) in biofloc-based nursery production with different stocking densities. *Aquaculture Research*, 00, 1-8. DOI: [10.1111/are.13595](https://doi.org/10.1111/are.13595)
- Furtado, P. S. Campos, B. R., Serra, F. P., Klosterhoff, M., Romano, L. A. & Wasielesky, W. (2015). Effects of nitrate toxicity in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared with biofloc technology (BFT). *Aquaculture international*, 23(1), 315-327. DOI: [10.1007/s10499-014-9817-z](https://doi.org/10.1007/s10499-014-9817-z)
- Gaona, C. A. P., Almeida, M. S., Viana, V., Poersch, L. H. & Wasielesky, W. (2017). Effect of different total suspended solids levels on a *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) BFT culture system during biofloc formation. *Aquaculture Research*, 48(3), 1070-1079. DOI: [10.1111/are.12949](https://doi.org/10.1111/are.12949)
- Gaona, C. A. P., Poersch, L. H., Krummenauer, D., Foes, G. K. & Wasielesky, W. J. (2011). The effect of solids removal on water quality, growth and survival of *Litopenaeus vannamei* in a biofloc technology culture system. *International Journal of Recirculating Aquaculture*, 12(1).
- Hargreaves, J. A. (2006). Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. *Aquacultural engineering*, 34(3), 344-363. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2005.08.009](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.08.009)
- Hargreaves, J. A. (2013). Biofloc production systems for aquaculture. *Southern Regional Aquaculture Center*.
- Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R. O., Poersch, L. H. & Wasielesky, W. (2011). Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a biofloc technology system in southern Brazil at different stocking densities. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42(5), 726-733.
- Kuhn, D. D., Lawrence, A. L., Boardman, G. D., Patnaik, S., Marsh, L. & Flick, G. J. (2010). Evaluation of two types of bioflocs derived from biological treatment of fish effluent as feed ingredients for Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 303(1), 28-33. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2010.03.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.03.001)
- Long, L., Yang, J., Li, Y., Guan, C. & Wu, F. (2015). Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 448, 135-141. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2015.05.017](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.05.017)
- Luo, G. Z., Avnimelech, Y., Pan, Y. F. & Tan, H. X. (2013). Inorganic nitrogen dynamics in sequencing batch reactors using biofloc technology to treat aquaculture sludge. *Aquacultural Engineering*, 52, 73-79. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2012.09.003](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.09.003)
- Mansour, A. T. & Esteban, M. Á. (2017). Effects of carbon sources and plant protein levels in a biofloc system on growth performance, and the immune and antioxidant status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & shellfish immunology*, 64, 202-209. DOI: [10.1016/j.fsi.2017.03.025](https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.03.025)
- Megahed, M. E. (2010). The effect of microbial biofloc on water quality, survival and growth of the green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) fed with different crude protein levels. *Journal of the Arabian Aquaculture Society*, 5(2), 119-142.
- Mishra, J. K., Samocha, T. M., Patnaik, S., Speed, M., Gandy, R. L. & Ali, A. M. (2008). Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquacultural Engineering*, 38(1), 2-15. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2007.10.003](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.10.003)
- Moreno-Arias, A., López-Elías, J. A., Martínez-Córdova, L. R., Ramírez-Suárez, J. C., Carvallo-Ruiz, M. G., García-Sánchez, G., Lugo-Sánchez, M. E. & Miranda-Baeza, A. (2018). Effect of fishmeal replacement with a vegetable protein mixture on the amino acid and fatty acid profiles of diets, biofloc and shrimp cultured in BFT system. *Aquaculture*, 483, 53-62. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.10.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.011)
- Najdegerami, E. H., Bakhshi, F. & Lakani, F. B. (2016). Effects of biofloc on growth performance, digestive enzyme activities and liver histology of common carp (*Cyprinus carpio* L.) fingerlings in zero-water exchange system. *Fish physiology and biochemistry*, 42(2), 457-465.
- Peixoto, S., Silva, E., Costa, C. B., Nery, R. C., Rodrigues, F., Silva, J. F., Bezerra, R. & Soares, R. (2018). Effect of feeding frequency on growth

- and enzymatic activity of *Litopenaeus vannamei* during nursery phase in biofloc system. *Aquaculture Nutrition*, 24(1), 579-585.  
DOI: [10.1016/j.aquaculture.2017.10.011](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.011)
- Ray, A. J., Dillon, K. S. & Lotz, J. M. (2011). Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. *Aquacultural Engineering*, 45(3), 127-136. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2011.09.001](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2011.09.001)
- Samocha, TM., Patnaik, S., Speed, M., Ali, AM., Burger, JM., Almeida, RV., Ayub, Z., Samocha, T. M., Patnaik, S., Speed, M., Ali, A. M., Burger, J. M., Almeida, R. V. & Brock, D. L. (2007). Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, 36(2), 184-191.  
DOI: [10.1016/j.aquaeng.2006.10.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2006.10.004)
- Schweitzer, R., Arantes, R., Costódio, P. F. S., do Espírito Santo, C. M., Arana, L. V., Seiffert, W. Q. & Andreatta, E. R. (2013). Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. *Aquacultural Engineering*, 56, 59-70. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2013.04.006](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006)
- Silva, K. R., Wasielesky, W. & Abreu, P. C. (2013). Nitrogen and phosphorus dynamics in the biofloc production of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(1), 30-41.
- Souza, D. M., Suita, S. M., Romano, L. A., Wasielesky, W. & Ballester, E. L. C. (2014). Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latrelle, 1817) in a Biofloc technology system. *Aquaculture Research*, 45(2), 270-277.  
DOI: [10.1111/j.1365-2109.2012.03223.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03223.x)
- Xu, W. J., Pan, L. Q., Sun, X. H. & Huang, J. (2013). Effects of bioflocs on water quality, and survival, growth and digestive enzyme activities of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture Research*, 44(7), 1093-1102.  
DOI: [10.1111/j.1365-2109.2012.03115.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03115.x)
- Xu, W. J. & Pan, L. Q. (2013). Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. *Aquaculture*, 412, 117-124. DOI: [10.1016/j.aquaculture.2013.07.017](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.07.017)
- Zhao, P., Huang, J., Wang, X. H., Song, X. L., Yang, C. H., Zhang, X. G. & Wang, G. C. (2012). The application of bioflocs technology in high-intensive, zero exchange farming systems of *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture*, 354, 97-106.  
DOI: [10.1016/j.aquaculture.2012.03.034](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.03.034)



