

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

www.egejfas.org

ISSN 1300 - 1590

EgeJFAS

Su Ürünleri Dergisi



Volume 33 Number 3

2016



Ege University Faculty of Fisheries



Instructions for Authors

Scope of the Journal

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

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

Submission of Manuscripts

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

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

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 Work submitted for publication must be previously unpublished, not under consideration for publication elsewhere and, if accepted, it should not then be published elsewhere.

Preparation of Manuscripts

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

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

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

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

Title page

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

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

Abstract

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

Following pages

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

Acknowledgements

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

References

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

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

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

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

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

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

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

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

Journal Articles

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

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

Books

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

Chapter in Books

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

Proceedings

Soutos, N., Lossifidou, E., Lazou, T., & Sergedilis, D. (2010). Prevalence and antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolated from RTE seafoods in Thessaloniki (Northern Greece). In Ş. Çaklı, U. Çelik, C. Altınelataman (Eds.), *West European Fish Technologists Association Annual Meeting 2010* (pp. 94-98). Izmir, Turkey: Proceedings Book.

Online Articles

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

Tables and Figures

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

Copyright and License

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

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

Proof Sheets and Offprints

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

Page Charges and Reprints

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

Plagiarism Detection

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

Indexes

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

Corresponding Address

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

ISSN

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

Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Sahibi Director

Şükran ÇAKLI **Dekan V. D. Dean**
Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yazı İşleri Müdürü Editor-in-Chief

Ufuk ÇELİK
Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yazı İşleri Müdür Yardımcıları Co-Editors-in-Chief

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

Yardımcı Editörler Associate Editors

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

Teknik Editör Technical Editor

M. Tolga TOLON Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Yayın Kurulu Editorial Board

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

Yayın Ofisi Editorial Office

Halise KUŞÇU Ege University Faculty of Fisheries, Turkey

Tarandığı indeksler Indexed by TUBITAK ULAKBIM TR Dizin, THOMSON REUTERS (Zoological Records), ASFA, CABI, EBSCO, Google Scholar
Su Ürünleri Dergisi yılda dört sayı olarak yayınlanır. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences is published in four issues annually.

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

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

Basım Tarihi Printing Date
October 28th, 2016

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

Su Ürünleri Dergisi

Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences

Volume 33 Number 3

ISSN 1300-1590

İÇİNDEKİLER CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALELERİ RESEARCH ARTICLES

- Selectivity of multifilament trammel and gillnets for common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Lake Marmara
Marmara Gölü'nde sazan balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) için multifilament fanyalı ve galsama uzatma ağlarının seçiciliği
Celalettin Aydın, Mehmet Cilbiz, Ali İlhan, Hasan Musa Sarı 183-192
- Epiphytic and epipsammic diatom communities of Gölbaşı Lake (Adıyaman-Turkey)
Gölbaşı Gölü (Adıyaman-Türkiye)'nün epifitik ve epipsammik diyatom toplulukları
Metin Çağlar, Güneş Pala 193-199
- Spring bloom of the raphidophycean *Heterosigma akashiwo* in the Golden Horn Estuary at the northeast of Sea of Marmara
Marmara Denizi'nin kuzeydoğusundaki Haliç'te rafidofit *Heterosigma akashiwo*'nun ilkbahar aşırı çoğalması
Fuat Dursun, Seyfettin Taş, Tufan Koray 201-207
- Kırmızı Benekli (*Salmo trutta* sp.) Alabalık yumurtalarının inkübasyonu ve yavruların beslenmesi üzerine bir araştırma
A study on incubation of Brown Trout (*Salmo trutta* sp.) eggs and feeding of fry
Erdoğan Güven, Mustafa Yıldız, M. Ali Baltacı 209-216
- Farklı akvaryum yemlerinin kiraz karideslerinde (*Neocaridina denticulata*) büyüme performansı ve yaşama oranı üzerine etkileri
Effects of different aquarium feeds on growth performance and survival rate of red cherry shrimp (*Neocaridina denticulata*)
Burcu Bingöl, Gürel Türkmen, Onur Karadal 217-222
- Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi
The determination of water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey) in terms of physicochemical parameters
Melek Zeybek, Hasan Kalyoncu 223-231
- Gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nin inaktive *Flavobacterium psychrophilum* içeren aljinat mikropartikülleri ile immunizasyonu
Immunization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with alginate microparticles containing inactivated *Flavobacterium psychrophilum*
Ünal İspir, Cebrahil Türk, Muammer Kırıcı, M. Reşit Taysı, Mikail Özcan 233-240
- Van ili kentsel alanda hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarının belirlenmesi
Determination of households fish consumption structure and purchase behaviors in urban areas of Van
Mustafa Terin, Gonca Hamamcı, Tuba Gül, Seda Terin 241-249
- Oreochromis niloticus*'ta bazı serum biyokimyasal parametreleri kullanılarak civa toksisitesi üzerine zeolit'in birlikte etkisinin araştırılması
Investigation of combined effect of zeolite and mercury toxicity on some serum biochemical parameters of *Oreochromis niloticus*
Özgür Fırat, Arzu Şahin İnandı 251-257
- Adıgüzel Baraj Gölü (Denizli-Türkiye)'nün bentik makroomurgasızları
Benthic macroinvertebrate of Adıgüzel Reservoir (Denizli, Turkey)
Murat Özbek, Ayşe Taşdemir, Seray Yıldız 259-263
- Yayla Gölü (Denizli-Türkiye)'nün rotifer faunası
Rotifer fauna of Lake Yayla (Denizli-Turkey)
Didem Özdemir Mis, M. Ruşen Ustaoglu 265-270
- Su ürünleri tüketim yapısı ve tüketim sıklığını etkileyen etkenlerin incelenmesi
Determination of factors affecting seafood consumption pattern and consumption frequency
Mustafa Tolga Tolon, Ahmet Göker Elbek 271-277
- Denizli'deki Dağ Göllerinin Chironomidae ve Chaoboridae (Diptera-Insecta) faunası üzerine gözlemler
Observations on the Chironomidae and Chaoboridae (Diptera) fauna of the Mountain Lakes in Denizli (Turkey)
Ayşe Taşdemir, M. Ruşen Ustaoglu 279-284
- Quality changes of fish balls prepared from of mosul bleak (*Alburnus mossulensis*) stored at -18 °C under air or vacuum
Hava ve vakum altında ambalajlanarak -18 °C'de depolanan gümüş balığı'ndan (*Alburnus mossulensis*) hazırlanmış balık köftelerinin kalite değişimleri
Muhsine Duman, Büşra Peksezer 285-290
- Keban Baraj Gölü (Elazığ, Türkiye) balıkçılık sorunları ve çözüm önerileri
The proposals for solution and fisheries problems in Keban Dam Lake (Elazığ, Turkey)
Mürşide Dartay, İlhan Canpolat 291-298

KISA ARAŞTIRMA SHORT COMMUNICATION

- A short-term study on the phytoplanktonic and epilithic algae of Arda River (Edirne, Turkey)
Arda Nehri (Edirne, Türkiye) fitoplanktonik ve epilitik algleri üzerine kısa dönem bir çalışma
Burak Öterler 299-306



Published by

Ege University Faculty of Fisheries, İzmir, Turkey



RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Selectivity of multifilament trammel and gillnets for common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Lake Marmara

Marmara Gölü'nde sazan balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) için multifilament fanyalı ve galsama uzatma ağlarının seçiciliği

Celalettin Aydın^{1*} • Mehmet Cilbiz² • Ali İlhan¹ • Hasan Musa Sarı¹

¹ Ege University, Faculty of Fisheries, 35100 Bornova-Izmir, Turkey

² Fisheries Research Institute, Eğirdir- Isparta, Turkey

* Corresponding author: caydina@gmail.com

Received date: 29.02.2016 Accepted date: 17.05.2016

How to cite this paper:

Aydın, C., Cilbiz, M., İlhan, A. & Sarı, H.M. (2016). Selectivity of multifilament trammel and gillnets for common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Lake Marmara. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 183-192. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.01

Abstract: This study was aimed to estimate the selectivity properties of multifilament trammel and gillnets for common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Marmara Lake in Manisa, Turkey. Trammel and gillnets of 4, 6, 8, and 10 cm stretched mesh size and 210 d/2 no twine thickness were tested in the Marmara Lake. In addition, selectivity parameter of 11, 12, 13 and 14 cm mesh size of trammel and gillnets were modelled. SELECT method was used to estimate the selectivity parameters. Experiments were carried out monthly in the three different stations identified eastern, middle and western areas which represent longitudinal length of the lake. A total of 36 trials were conducted both nets. A total of 119 common carps were caught ranges between 11.3 - 49.0 cm total lengths. According to the Bi-normal model, which gave the lowest deviance for both trammel and gillnets, selectivity curves were estimated for 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13 and 14 cm stretched mesh size modelled lengths as 12.98, 19.47, 25.96, 32.45, 35.70, 38.94, 42.19 and 45.43 cm for trammel nets, 12.40, 18.60, 24.80, 31.00, 34.10, 37.20, 40.30 and 43.40 cm for gillnets, respectively. When considering minimum landing size (40 cm total length), it is recommended that both nets under 13 cm mesh size should be prohibited for common carp fishery in the Lake Marmara.

Keywords: Trammel net, gillnets, common carp *Cyprinus carpio*, size selectivity, Lake Marmara

Öz: Bu çalışmada, Marmara Gölü'ndeki sazan balığı (*Cyprinus carpio* L., 1758) için multifilament fanyalı ve galsama uzatma ağlarının seçicilik özelliklerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. 210d/2 ip kalınlığına ve 4, 6, 8, 10 cm ağ gözü açıklığına sahip fanyalı ve galsama ağlar Marmara Gölü'nde test edilmiştir. Ayrıca elde edilen verilerle 11, 12, 13 ve 14 cm göz açıklığındaki fanyalı ve galsama uzatma ağlarının optimum yakalama boyları için modelleme yapılmıştır. Seçicilik parametrelerinin tahmininde SELECT metot kullanılmıştır. Avcılık denemeleri gölü yatay olarak temsil edecek şekilde; batı, orta ve doğu kısmından belirlenen üç farklı istasyonda aylık olarak yürütülmüştür. Hem fanyalı hem de galsama ağları ile 36 adet avcılık denemesi yapılmıştır. 11,3 - 49,0 cm boy aralığında toplam 119 adet sazan yakalanmıştır. Hem fanyalı hem de galsama ağları için en düşük sapmayı veren Bi-normal modele göre; 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13 ve 14 cm göz açıklığındaki fanyalı ağların model boyları; 12,98, 19,47, 25,96, 32,45, 35,70, 38,94 ve 42,19 cm, aynı göz açıklığındaki galsama ağları için model boyları 12,40, 18,60, 24,80, 31,00, 34,10, 37,20, 40,30 ve 43,40 cm, olarak tahmin edilmiştir. Sazan balığının 40 cm minimum avlama boyu göz önüne alındığında, 13 cm göz açıklığının altındaki hem galsama hem de fanyalı uzatma ağlarının yasaklanması tavsiye edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Fanyalı uzatma ağı, galsama uzatma ağı, sazan balığı, *Cyprinus carpio*, boy seçiciliği, Marmara Gölü

INTRODUCTION

Common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) is one of the main target species in Turkey Inland fisheries. This species distributes through Turkey (Cilbiz et al., 2015) and landings reached 13718 t in 2005 and then decreased to 8036 t in 2014 (TUIK, 2015). This might be due to; overfishing, pollution, diseases and parasites habitat degradation and invasive species (such as *Carassius gibelio* reported by Emiroğlu (2011)).

Due to the prohibited to using monofilament nets in Turkey since 1 September 2010 (Anonymous, 2008), fishers have been handled multifilament net. However, selectivity properties of multifilament nets is unknown for carp fishery. There is a minimum mesh size regulation in Turkey inland fisheries. Notwithstanding, different provincial directorate announcement employed different minimum mesh size utilization. Such as, Provincial Directorate of Food, Agriculture and Live Stock in Konya is announcement 13 cm, while Isparta is declarate 11 cm.

Lake Marmara is located within the boundaries of Manisa province in the Aegean region of Turkey. Although an alluvial bank lake, it is gain of the dam lake function by means of artisanal raceway and bank (Arı and Derinöz, 2011). İlhan and Sarı (2013) reported that there are 15 fish species (*Atherina boyeri*, *Alburnus battalgilae*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Chondrostoma holmwoodii*, *Capoeta bergamae*, *Ladigesocypris mermere*, *Pseudorasbora parva*, *Petroleuciscus symmaeus*, *Rhodeus amarus*, *Vimba vimba*, *Cobitis fahirae*, *Sander lucioperca*, *Gambusia affinis* and *Knipowitschia mermere*) in the Lake Marmara. It is also reported that one of the most commercial fish species in the lake is the *C. carpio* and then *Sander lucioperca*, *Silurus glanis* and *Alburnus battalgilae* (İlhan and Sarı, 2013).

There is some selectivity studies conducted on the species. Balık (1999), Özyurt and Avşar (2005) and Yalçın (2006) estimated monofilament gillnet selectivity by Holt (1963); Carol and Garcia-Berthou (2007) determined monofilament gillnet selectivity by SELECT method. Cilbiz et al. (2015) analysed monofilament trammel net selectivity by SELECT method in Turkey. However, there is no study conducted on estimating selectivity properties of both multifilament trammel and gillnet in same time and area for freshwater fish.

This study was aimed to estimate the selectivity properties of multifilament trammel and gillnets with 4, 6, 8, and 10 cm mesh size for common carp in Marmara Lake in Manisa. In addition, selectivity parameter of 11, 12, 13 and 14 cm mesh size of trammel and gillnets were modelled. It is the first time presented both multifilament trammel and gillnets selectivity properties in same fishing area and experiment period.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The study was conducted on Lake Marmara which altitude is 79 m and surface between 3200-6800 ha based on depth differences. Average depths are about 3-4 m but lake depth is changes coupled with year by year (Arı and Derinöz, 2011). Experiments were carried out in three different stations identified eastern, middle and western areas which represent the longitudinal length of the lake. In order to ensure homogeneity between stations, twelve nets were used on each station (totally 36 nets) on a monthly basis in 2012 (Figure 1).

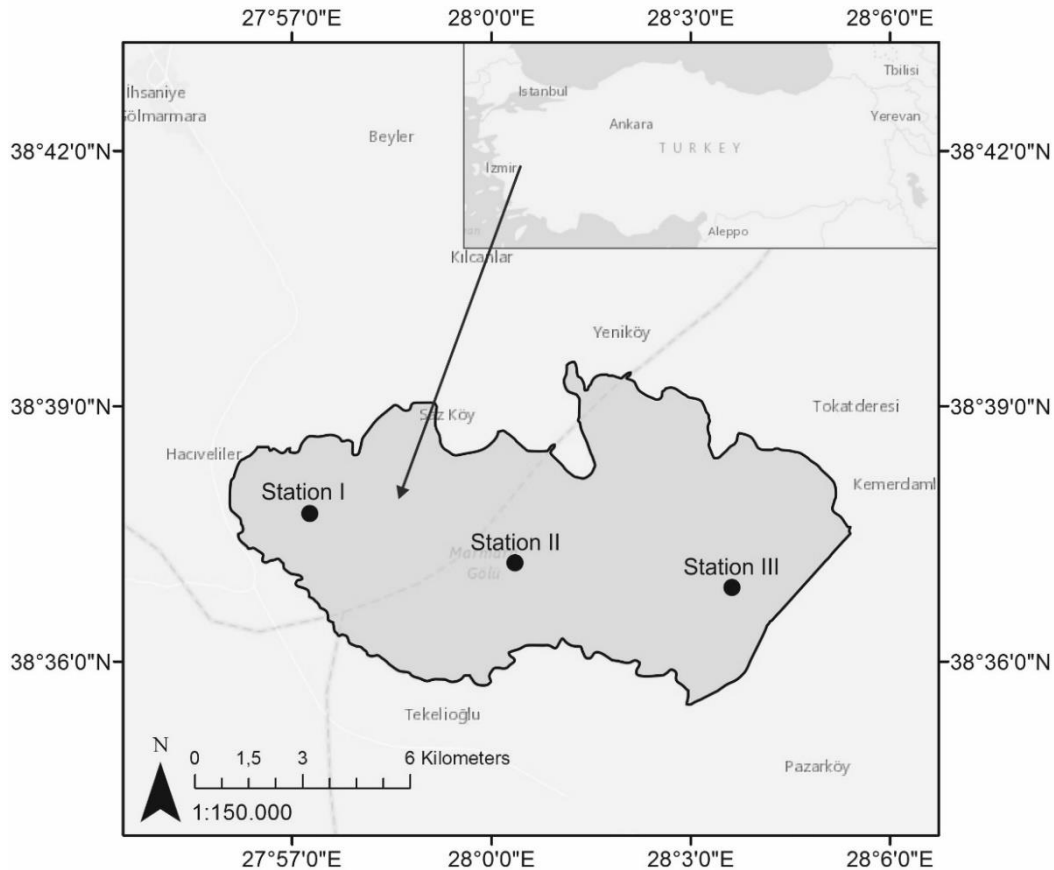


Figure 1. Lake Marmara and sampling stations

Sampling and data collection

Multifilament 4, 6, 8 and 10 cm stretched mesh size of both trammel and gillnets were used in the experiments. Each gillnet has 35 m in length and 210 denier/2 twine thickness. All nets vertical mesh numbers were 50 meshes in depths and each hanging ratio (E) was 0.50. Trammel nets inner panels have

same character with gillnets. Experimental nets information is given in Figure 2. All nets were connected each other with float line and lead line randomly and set at the bottom of sampling station in the afternoon and was hauled the following day. Average fishing time for per catching operation was 16 hours. Fish were classified depending on the nets. Total lengths were measure as 1 mm precision with measurement board.

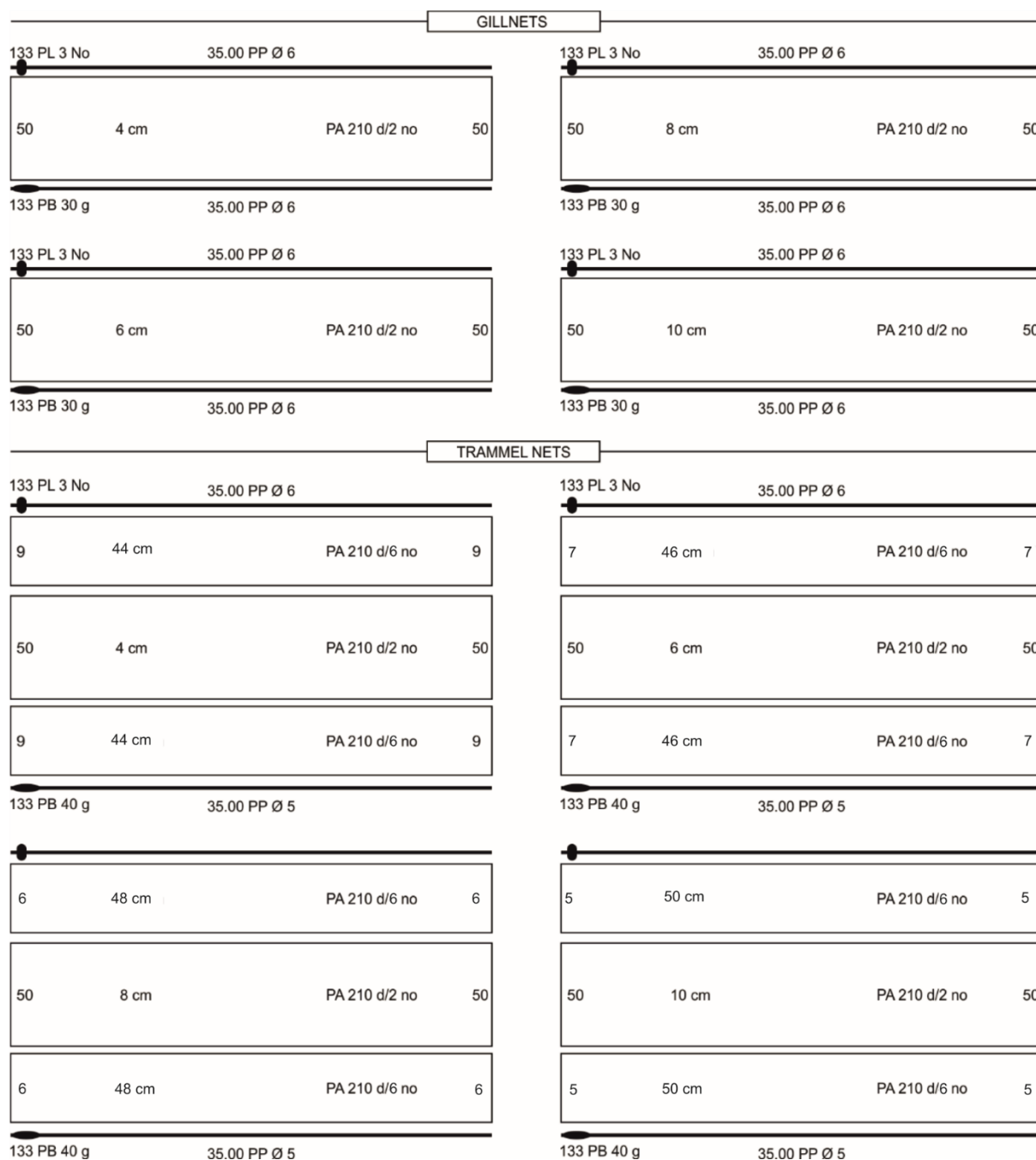


Figure 2. Technical plan of trial nets (not in scale)

Selectivity analysis

As indirect estimation method, SELECT (Share Each Length's Class Catch Total) method was used to determine selectivity (Millar, 1992; Millar and Holst, 1997; Millar and Fryer, 1999). Data were analysed by R-codes which developed by Millar (2009) and Millar (2010) in R version 3.1.2. Length selectivity of each mesh size was described by five different models (normal location, normal scale, gamma, lognormal and bi-normal) of the SELECT method (Millar and Fryer, 1999; Park et al., 2011). The equations for each model are given in below.

Normal Location :

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

Normal Scale :

$$\exp\left(-\frac{(L - k_1.m_j)^2}{2k_2^2.m_j^2}\right)$$

Log-Normal :

$$\frac{1}{L} \exp\left(\mu + \log\left(\frac{m_j}{m_1}\right) - \frac{\sigma^2}{2} - \frac{\left(\log(L) - \mu - \log\left(\frac{m_j}{m_1}\right)\right)^2}{2\sigma^2}\right)$$

Gamma :

$$\left(\frac{L}{(\alpha - 1).k.m_j}\right)^{\alpha-1} \exp\left(\alpha - 1 - \frac{L}{k.m_j}\right)$$

Bi-modal :

$$\exp\left(-\frac{(L - k_1.m_j)^2}{2k_2^2.m_j^2}\right) + c.\exp\left(-\frac{(L - k_3.m_j)^2}{2k_4^2.m_j^2}\right)$$

Park et al. (2011) reported that determined selectivity curve for the smallest mesh scale proportionally to mesh size for all other mesh sizes in their study that was carried out with Millar's (2010) R-codes. Due to the trial nets estimated value gave below the minimum landing size (40 cm), we also modelled for 11, 12, 13 and 14 cm mesh size using same constant.

The most suitable model was chosen taking into account the lowest deviation value. The Kolmogorov-Smirnov (K-S) test was used to compare the catch size frequency distributions of the common carp caught for gillnet and trammel nets separately (Siegel and Castellan, 1989; Karakulak and Erk, 2008). The t-test was utilized total length difference between same mesh size.

RESULTS

A total of 119 common carp were caught. Those which 79 of them trammel and 40 of them with gillnet. Trammel nets caught more 97% individuals than gillnet. The most effective net was found as 8 cm mesh size for both trammel net (58.2%) and gillnet (65.0%) (Table 1). Minimum lengths class were very close for both trammel nets and gillnet, while there are gap between maximum lengths class (Table 1, Figure 3). In addition, carp length ranges very narrow gillnet then trammel nets for same mesh size.

Depends on increasing mesh size, average total lengths of the specimens in gillnet was linearly increase, however, slight fluctuations were observed in trammel nets. On the basis of same mesh size, trammel nets specimens average length generally higher than gillnet (Figure 3).

Table 1. Common carp catch composition obtained from experiments (N: number of fish, TL: total lengths, Se: Standard error, Min: Minimum, Max: Maximum)

Mesh size (cm)	Trammel Nets				Gillnets			
	N	N (%)	TL ± Se (cm)	Min. – Max. (cm)	N	N (%)	TL ± Se (cm)	Min. – Max. (cm)
4	11	13.9	20.30 ± 2.84	11.3-34.3	4	10	11.60 ± 0.12	11.3-11.8
6	17	21.5	29.08 ± 2.08	17.8 -43.5	5	12.5	18.08 ± 0.59	16.8-20.3
8	46	58.2	27.17 ± 0.58	21.5-37.70	26	65	25.42 ± 0.45	21.1-30.7
10	5	6.3	30.80 ± 4.85	21.5-49.0	5	12.5	28.88 ± 1.06	25.4-31.9

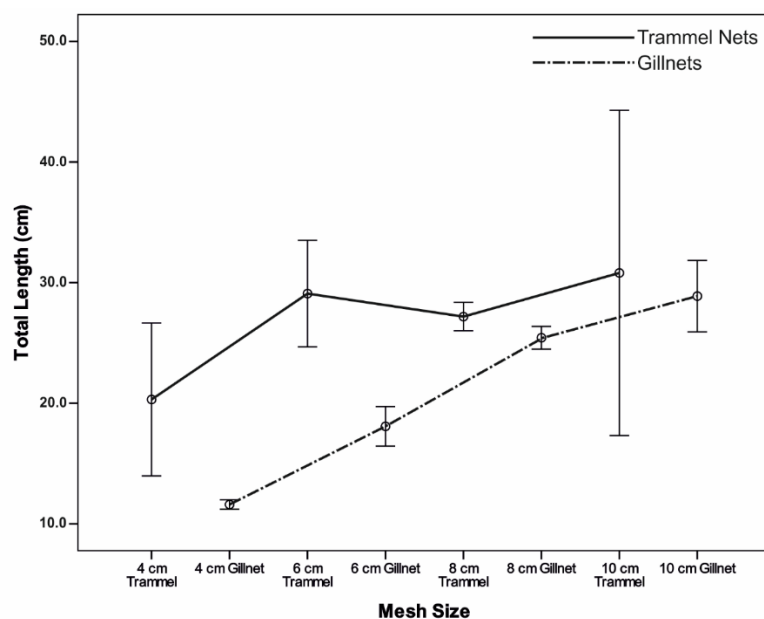


Figure 3. Error bar plot of total length by different mesh size

When comparing model deviance, bi-normal model was best suitable model (lowest deviance) for trammel nets (Table 2). Selectivity curves drafted by that model (Figure 4), k_1 determined as 2.57 for 1 cm precision mesh size. Deviance of other model were founded 103.80, 111.81, 97.95 and 102.71 for normal location, normal scale, gamma and lognormal, respectively. Similarly to trammel nets, best suitable model

determined as bi-normal for gillnets by lowest deviance (7.60) and selectivity curves drafted by bi-normal model (Table 3, Figure 5). k_1 determined as 2.52 for trammel nets.

Deviance of other model were founded 13.78, 10.86, 10.35 and 10.18 for normal location, normal scale, gamma and lognormal, respectively.

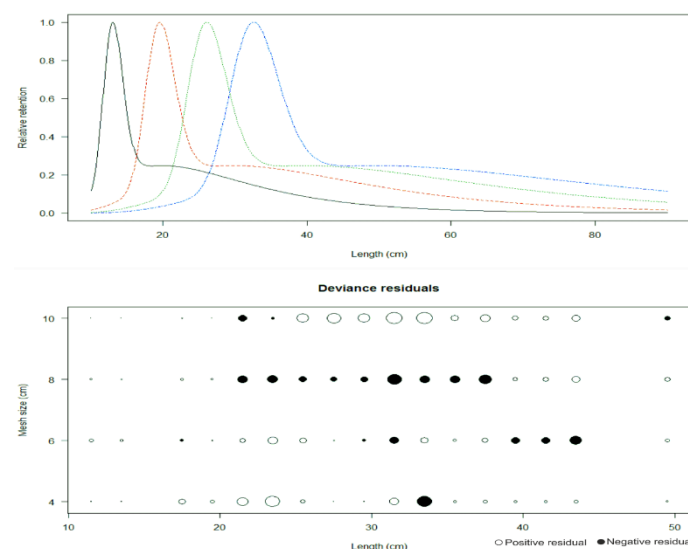


Figure 4. Selectivity curves and deviance residual plots of trammel nets for the *C. carpio*

Table 2. Selectivity model parameters of common carp and estimated selection curves for the 4 cm mesh size for the trammel nets

Model	Parameters	Equal fishing power					Deviance	df
		Estimates	Mode 1	Spread 1	Mode 2	Spread 2		
Normal location	k	3.82 (0.21)	15.29 (0.8)	9.87(1.37)	-	-	103.80	49
	σ	9.87 (1.37)						
Normal scale	k_1	4.07 (0.48)	16.30 (1.92)	3.46 (1.83)	-	-	111.81	49
	k_2	4.48 (1.94)						
Lognormal	μ_1	2.84 (0.06)	15.04(0.89)	7.09(1.33)	-	-	97.95	49
	σ	0.37 (0.04)						
Gamma	k	0.62 (0.17)	15.66 (1.03)	6.75(1.04)	-	-	102.71	49
	α	7.24 (1.79)						
Bi-normal	k_1	2.57	12.98 (0.32)	1.37(0.33)	20.07(3.37)	13.93(7.41)	76.70	46
	k_2	0.10						
	k_3	3.22						
	k_4	0.47						
	c	1.21						

Model	Parameters	Fishing power α mesh size					Deviance	df
		Estimates	Mode 1	Spread 1	Mode 2	Spread 2		
Normal location	k	4.38 (0.29)	17.52(1.16)	10.87(1.78)	-	-	99.02	49
	σ	10.87 (1.78)						
Normal scale	k_1	5.02 (0.36)	20.11(1.45)	7.53(1.31)	-	-	113.97	49
	k_2	3.54 (1.24)						
Lognormal	μ_1	2.98 (0.08)	17.26(1.08)	8.14(1.80)	-	-	97.95	49
	σ	0.37 (0.04)						
Gamma	k	0.62 (0.17)	18.17(1.17)	7.20(1.21)	-	-	102.71	49
	α	8.24 (1.79)						
Bi-normal	k_1	2.58	13.12(0.34)	1.38(0.34)	25.06(5.92)	17.40(11.11)	76.70	46
	k_2	0.13						
	k_3	3.44						
	k_4	0.47						
	c	0.67						

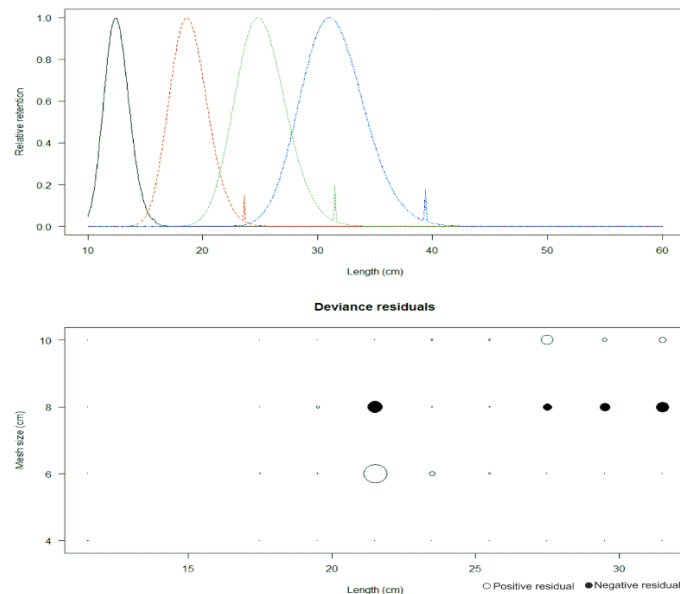
**Figure 5.** Selectivity curves and deviance residual plots of gillnets for the common carp

Table 3. Selectivity model parameters of common carp and estimated selection curves for the 4 cm mesh size for the gillnets

		Equal fishing power						
Model	Parameters	Estimates	Mode 1	Spread 1	Mode 2	Spread 2	Deviance	df
Normal location	k	3.12(0.05)	12.48(0.22)	2.48(0.29)	-	-	13.78	25
	σ	2.48(0.29)						
Normal scale	k_1	3.18(0.06)	12.74(0.26)	1.25(0.17)	-	-	10.86	25
	k_2	0.09(0.02)						
Lognormal	μ_1	2.53(0.02)	12.53(0.24)	1.25(0.18)	-	-	10.18	25
	σ	0.09(0.01)						
Gamma	k	0.03(0.00)	12.60(0.24)	1.25(0.17)	-	-	10.35	25
	α	102.(27.81)						
Bi-normal	k_1	2.52	12.40(0.23)	1.10(0.22)	15.75(0.02)	0.02(0.08)	7.60	22
	k_2	0.08						
	k_3	2.75						
	k_4	0.001						
	c	1.76						
		Fishing power α mesh size						
Model	Parameters	Estimates	Mode 1	Spread 1	Mode 2	Spread 2	Deviance	df
Normal location	k	3.15(0.05)	12.61(0.23)	2.52(0.30)	-	-	13.00	25
	σ	2.52(0.30)						
Normal scale	k_1	3.21(0.06)	12.87(0.27)	1.25(0.17)	-	-	10.87	25
	k_2	0.09(0.02)						
Lognormal	μ_1	2.54(0.02)	12.66(0.25)	1.26(0.18)	-	-	10.18	25
	σ	0.09(0.01)						
Gamma	k	0.03(0.008)	12.73(0.26)	1.26(0.18)	-	-	10.35	25
	α	103.97(27.8)						
Bi-normal	k_1	2.53	12.51(0.19)	1.12(0.12)	15.75(0.03)	0.02(0.09)	8.32	22
	k_2	0.08						
	k_3	2.75						
	k_4	0.001						
	c	2.11						

Modal lengths which determinate as for 4 cm mesh size used estimating all other mesh sizes (constant x mesh size) model length with constant shown in Table 4. For 40 cm MLS regulation as using constant, calculated minimum mesh size as

12.33 cm for trammel and 12.90 cm for gillnet (Table 4). It is seeing that the model lengths are very close each other for small mesh size, while increasing mesh size enhanced the differences between model lengths (Figure 6).

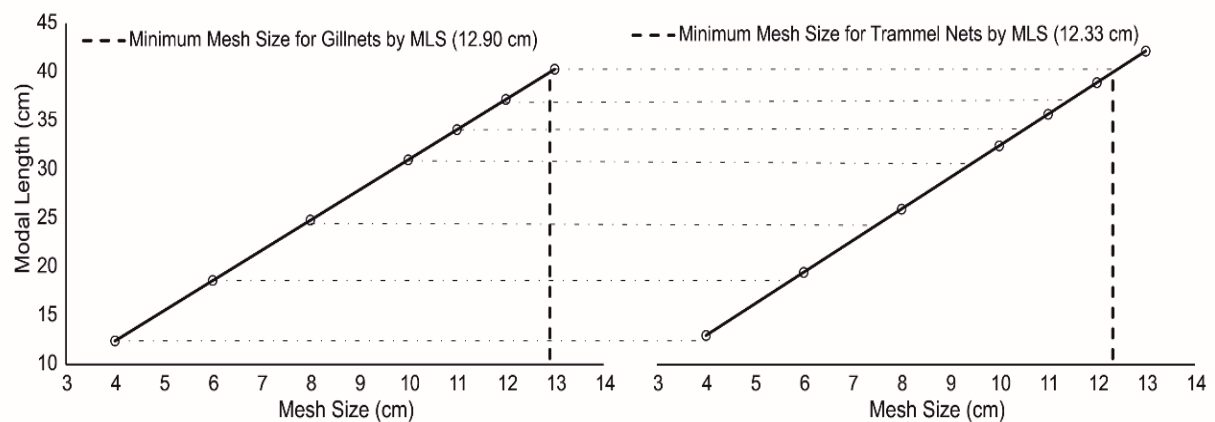
**Figure 6.** Model length comparison of gillnets and trammel nets

Table 4. Model length and spread values of common carp according to the bi-normal model both trammel nets and gillnets

Mesh size (cm)	Trammel Nets		Gillnets	
	Model Length (cm)	Spread Value (cm)	Model Length (cm)	Spread Value (cm)
Used	4	12.98	12.40	1.10
	6	19.47	18.60	1.65
	8	25.96	24.80	2.20
	10	32.45	31.00	2.75
Modelled	11	35.70	34.10	3.03
	12	38.94	37.20	3.30
	13	42.19	40.30	3.58
	14	45.43	43.40	3.85
Constant	3.245 ^a	0.3425 ^b	3.100 ^c	0.275 ^d

According to the K-S test, there are significant differences for 4, 6 and 10 cm trammel and gillnet specimens. Significant differences (t-test, $P < 0.05$) were determined on average total length of catch between trammel and gillnets for 4, 6, 8 cm

mesh size, but no statistical differences ($P > 0.05$) were found for 10 cm mesh size (Table 5). This might be due to the limited specimens in 10 cm mesh size experiments.

Table 5. Kolmogorov-Smirnov (K-S) and t-test result

Trammel Nets Mesh Size (cm)	Gillnet Mesh Size (cm)	Kolmogorov-Smirnov Test			t-test	
		D max	Critical Values	Decision	F	p
4	4	0.5000	0.6319	H ₀ Not Reject	39.55	0.000
6	6	0.5556	0.5606	H ₀ Not Reject	6.69	0.018
8	8	0.7797	0.3192	H ₀ Reject	9.64	0.003
10	10	0.5556	0.7586	H ₀ Not Reject	2.92	0.125

DISCUSSION

Trammel nets have found more productive than gillnets. This result supported with Balık (1996) who reported multifilament trammel nets 3.08 times efficient than multifilament gillnets in common carp fishing in Beyşehir Lake. Moreover, Karakulak and Erk (2008) found a clear difference between catching efficiency trammel and gillnets. In addition, Thomas et al. (2003) presented that trammel nets caught on average two times more prawns than monofilament gill net on penaeid prawns.

There are gap between maximum lengths class of trammel and gillnets specimens. The reason might be due to the gillnetting. Fabi et al. (2002) reported that most of fishes were obtained by gilling and/or wedging. Therefore, the proportion of fish caught in this way was smallest and generally negligible in gillnets, larger in monofilament nets and largest in the standard trammel nets. In the same way, Karakulak and Erk (2008) given that model lengths of 16 mm trammel nets with 16 mm model lengths reported as 16.20, 8.82, 14.70, 14.16 and 13.22 for

bogue (*Boops boops*), annular sea bream (*Diplodus annularis*), striped red mullet (*Mullus surmuletus*), axillary sea bream (*Pagellus acarne*) and blotched picarel (*Spicara maena*), respectively and gillnet as 15.28, 8.86, 13.68, 12.19 and 13.42 cm *B. boops*, *D. annularis*, *M. surmuletus*, *P. acarne* and *S. maena*, respectively.

There are some studies conducted on determination of selectivity properties both gill and trammel nets. Fabi et al. (2002) used the Sechin method to estimate the gear selectivity of *Lithognathus mormyrus*, *D. annularis* and *Mullus barbatus* caught by gill and trammel nets. Karakulak and Erk (2008) utilized the SELECT method to compare the gillnet vs trammel nets selectivity of *B. boops*, *D. annularis*, *M. surmuletus*, *P. acarne* and *S. maena*. Park et al. (2011) used the SELECT method to estimate the gill and trammel selectivity of Korean flounder (*Glyptocephalus stelleri*). Due to the no study conducted on trammel and gillnet selectivity for *C. carpio* from same region and same fishing time, we could not directly compare with other studies.

When comparison with previously studies conducted on gillnet for common carp (Table 6), similar optimum length were found by Balık (1999) with 13 cm mesh size (39.33 cm) and Yalçın (2006) with 10 (30.4 cm) and 12 cm (36.5 cm) mesh sizes. However, Cilbiz et al. (2015) presented model lengths of 10, 12 and 14 cm mesh size of trammel nets as 39.05 cm, 46.85 cm and 54.66 cm from Lake Manyas, respectively. In addition, model lengths reported by Carol and García-Berthou (2007) for 10.15 cm mesh size of gillnets (38.12 cm) very higher then ours 10 cm mesh size result (31.00 cm). It is thought that the

differences might be due to the habitat variation and net material.

One of the basic principles of responsible fishery, fish has reproduced at least once before captured. The optimum selection length of the fishing gear should ideally be same as size of the fish at first maturity. In this context MLS reported as 40 cm in the notification below 13 cm mesh size should not be used for common carp fishery. Besides, in order to get definite conclusion more study need to be investigated with 11, 12, 13 and 14 cm mesh size of both trammel and gillnets.

Table 6. Some selectivity studies conducted on common carp

Author	Location	Method	N	Mesh Size (mm)	Material	Model (cm)	Length
(Özyurt and Avşar, 2005)	Seyhan Dam Lake	Holt	294	28 ^c	Monofilament	17.55	
				32 ^c	Gillnets	20.06	
				40 ^c		24.44	
				45 ^c		27.50	
(Balık, 1999)	Beyşehir Lake	Holt	352	70 ^a	Monofilament	18.07	
				80 ^a	Gillnets	20.66	
				130 ^a		39.33	
				140 ^a		42.35	
(Yalçın, 2006)	Different Anatolian Reservoirs	Holt	1139	45 ^b	-	27.4	
				50 ^b	Gillnets	30.4	
				55 ^b		33.4	
				60 ^b		36.5	
(Carol and García-Berthou, 2007)	Different Reservoirs in Catalonia (NE Spain)	SELECT	116	29 ^a	Monofilament	10.89	
				38 ^a	Gillnets	14.27	
				51 ^a		19.15	
				64 ^a		24.03	
				84.5 ^a		31.73	
				101.5 ^a		38.12	
				135.5 ^a		50.89	
				177.5 ^a		66.66	
				201.5 ^a		75.67	
(Cilbiz et al., 2015)	Manyas Lake	SELECT	208	253 ^a		95.01	
				100 ^a	Monofilament	39.05	
				110 ^a	Trammel nets	42.95	
				120 ^a		46.85	
				130 ^a		50.76	
Present study	Lake Marmara	SELECT	40	140 ^a		54.66	
				4 ^a	Multifilament	12.98	
				6 ^a	Gillnets	19.47	
				8 ^a		25.96	
				10 ^a		32.45	
				11 ^a		35.70	
				12 ^a		38.94	
				13 ^a		42.19	
				14 ^a		45.43	
			79	4 ^a	Multifilament	12.40	
				6 ^a	Trammel Nets	18.60	
				8 ^a		24.80	
				10 ^a		31.00	
				11 ^a		34.10	
				12 ^a		37.20	
				13 ^a		40.30	
				14 ^a		43.40	

^a mesh size (stretched); ^b mesh size (bar length); ^c not defined

Acknowledgements

We thank the Ege University Scientific Research Projects

Commission for their support with the project (Project No: 2011/SÜF/040).

REFERENCES

- Anonymous, (2008). The commercial fish catching regulations in seas and inland waters in 2008–2012 fishing period: circular No. 2008/48 (in Turkish). Republic of Turkey. Minister of Agriculture and Rural Affairs, General Directorate of Conservation and Inspection, Ankara. 108. pp.
- Ari, Y. & Derinöz, B. (2011). How not to manage a wetland? The case of Lake Marmara (Manisa) with a cultural ecological perspective (in Turkish). *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (1): 41-60. doi: 10.1501/Cogbil_0000000117
- Balık, İ. (1996). The Investigation of Selectivity and Productivity of Multifilament Trammel Net and Multifilament Gill Net and Monofilament Gill Net That Used on Fishing for Carp Fish (*Cyprinus carpio* L., 1758) and Pike-Perch (*Stizostedion lucioperca* (L., 1758)) in Lake Beyşehir (in Turkish). PhD Thesis, Ege University Graduate School of Natural and Applied Science, Bornova/Izmir/Turkey.
- Balık, İ. (1999). Investigation of the selectivity of monofilament gill nets used in carp fishing (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Lake Beyşehir. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2): 185-187.
- Carol, J. & Garcia-Berthou, E. (2007). Gillnet selectivity and its relationship with body shape for eight freshwater fish species. *Journal of Applied Ichthyology*, 23 (6): 654-660. doi: 10.1111/j.1439-0426.2007.00871.x
- Cilbiz, M., Küçükara, R., Ceylan, M., Savaşer, S. & Meke, T. (2015). Trammel Net Selectivity of Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in Manyas Lake, Turkey. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1 (1): 1-7. doi: 10.17216/LimnoFish-5000083989
- Fabi, G., Sbrana, M., Biagi, F., Grati, F., Leonori, I. & Sartor, P. (2002). Trammel net and gill net selectivity for *Lithognathus mormyrus* (L., 1758), *Diplodus annularis* (L., 1758) and *Mullus barbatus* (L., 1758) in the Adriatic and Ligurian Seas. *Fisheries Research*, 54 (3): 375-388. doi: 10.1016/S0165-7836(01)00270-3
- Emiroğlu, Ö. (2011). Alien fish species in upper Sakarya River and their distribution. *African Journal of Biotechnology*, 10 (73): 16674-16681. doi:10.5897/AJB10.2502
- Holt, S.J. (1963). A method for determining gear selectivity and its application. *ICNAF Special Publication*, 5: 106-115.
- İlhan, A. & Sarı, H.M. (2013). Fish fauna and fisheries activities in Lake Marmara (in Turkish). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30 (4): 187-191. doi: 10.12714/legejfas.2013.30.04.08
- Karakulak, F. S. & Erk, H. (2008). Gill net and trammel net selectivity in the northern Aegean Sea, Turkey. *Scientia Marina*, 72 (3): 527-540.
- Millar, R.B. (1992). Estimating the Size-Selectivity of Fishing Gear by Conditioning on the Total Catch. *Journal of the American Statistical Association*, 87(420): 962-968. doi: 10.2307/2290632
- Millar, R.B. & Fryer, R.J. (1999). Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9 (1): 89-116.
- Millar, R.B. & Holst, R. (1997). Estimation of gillnet and hook selectivity using log-linear models. *ICES Journal of Marine Science*, 54 (3): 471-477.
- Millar, R.B. (2009). R Code for fitting SELECT models to gillnet data. In: Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. Retrieved from <https://www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/R/gillnets/> (Accessed: 25.02.2016).
- Millar, R.B. (2010). R Code for fitting SELECT models to gillnet data. In: Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. Retrieved from <https://www.stat.auckland.ac.nz/~millar/selectware/R/Next/> (Accessed:25.02.2016).
- Özyurt, C. E. & Aşar, D. (2005). Investigation of the selectivity parameters for carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Seyhan Dam Lake. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29 (2): 219-223.
- Park, H. H., Millar, R. B., Bae, B.-S., An, H. C., Chun, Y. Y., Yang, J. H. & Yoon, S. C. (2011). Size selectivity of Korean flounder (*Glyptocephalus stellatus*) by gillnets and trammel nets using an extension of SELECT for experiments with differing mesh sizes. *Fisheries Research*, 107(1-3): 196-200. doi: 10.1016/j.fishres.2010.10.020
- Siegel, J. & Castellan, N. S. (1989). Non parametric statistics for the behavioural sciences. *Statistics Series, 2nd Edition*: Mc Graw Hill, New York.
- Thomas, S.N., Edwin, L. & George, V.C. (2003). Catching efficiency of gill nets and trammel nets for penaeid prawns. *Fisheries Research*, 60(1): 141-150. doi: 10.1016/S0165-7836(02)00057-7
- TUIK (2015). Turkey Statistical Institute. Fishery Statistics. Retrieved from http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005 (Accessed: 23.02.2016)
- Yalçın, N. (2006). Comparison of the Selectivity Parameters for Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) and Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758 var. *specularis*) in Dam Lakes (in Turkish). *1st Fish Introduction and Reservoir Management Symposium*, 07-09. February 2006 Antalya.p 281-288 (Full text available in Akademia.net).
- Yüksel, F., Gündüz, F. & Demirel, F. (2014). Gillnet selectivity for *Luciobarbus esocinus* (Heckel, 1843) in Keban Dam Lake, Elazığ, Turkey. *Indian Journal of Fisheries*, 61 (2): 108-111.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Epiphytic and epipsammic diatom communities of Gölbaşı Lake (Adıyaman-Turkey)

Gölbaşı Gölü (Adıyaman-Türkiye)'nün epifitik ve epipsammik diyatom toplulukları

Metin Çağlar* • Güneş Pala

Fırat University, Faculty of Fisheries, Elazığ-Türkiye
* Corresponding author: firatmcaglar@gmail.com

Received date: 21.01.2016

Accepted date: 18.05.2016

How to cite this paper:

Çağlar, M. & Pala, G. (2016). Epiphytic and epipsammic diatom communities of Gölbaşı Lake (Adıyaman-Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 193-199. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.02

Abstract: The present study examined certain physical and chemical parameters in epiphytic and epipsammic diatoms identified on *Potamogeton perfoliatus* and *Chara* sp. collected from an area of one square kilometers in Gölbaşı Lake located within the borders of Adıyaman city from March to October 2014. Over the course of the study, 14 taxa belonging to epiphytic diatoms and 24 taxa of epipsammic diatoms were identified. Among the epiphytic diatoms, *Amphora ovalis*, *Diatoma vulgare* and *Ulnaria ulna* were the most significant ones in terms of abundance and individual occurrences, while among the epipsammic diatoms the most remarkable ones were *Navicula salinarum*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia linearis* and *Cyclotella comta* with regard to abundance and individual occurrences. According to Sorensen Index the highest similarity (78%) was found between diatoms on *Potamogeton perfoliatus* and *Chara* sp. The similarity between epiphytic and epipsammic diatoms was only as high as 26% and 30%. Accordingly, the macrophyte preference of diatoms as a substratum was to a large extent similar. Diatoms displayed the highest level of development in late spring and summer, when there is more light and temperatures are higher.

Keywords: Epiphytic diatoms, Epipsammic diatoms, Sorensen Similarity Index, Gölbaşı Lake, East Anatolia, Turkey

Öz: Bu çalışmada Adıyaman il sınırları içinde bulunan Gölbaşı Gölü'nden Mart- Ekim 2014 tarihleri arasında bir kilometrekarelik alandan toplanan *Potamogeton perfoliatus* ve *Chara* spp.'nin epifitik ve epipsammik diyatomeleri bazı fiziksel ve kimyasal parametreler ile birlikte araştırılmıştır. Araştırma süresince epifitik diyatomelere ait toplam 14 takson, epipsammik diyatomelere ait toplam 24 takson kaydedilmiştir. Epifitik diyatomeler içerisinde ortaya çıkış sıklıkları ve birey sayıları ile en dikkat çeken türler *Amphora ovalis*, *Diatoma vulgare* ve *Ulnaria ulna* olurken; epipsammik diyatomeler içerisinde ise ortaya çıkış sıklığı ve birey sayıları itibarıyla en dikkat çeken türler *Navicula salinarum*, *Navicula radiosa*, *Nitzschia linearis* ve *Cyclotella comta* olmuştur. *Potamogeton perfoliatus* ve *Chara* sp. üzerindeki diyatomeler arasında Sorensen benzerlik indeksi %78 çıkmıştır. Epifitik ve epipsammik diyatomeler arasındaki benzerlikler ise %26 ve %30 gibi değerlerde çıkmıştır. Substrat olarak diyatomelerin makrofitleri tercihinde büyük bir benzerlik görüldü. Diyatomeler en iyi gelişimlerini ışığın ve sıcaklığın arttığı ilkbahar sonları ile yaz aylarında göstermişlerdir.

Anahtar kelimeler: Epifitik diyatomeler, epipsammik diyatomeler, Sorensen benzerlik indeksi, Gölbaşı Gölü, Doğu Anadolu, Türkiye

INTRODUCTION

Human beings use water sources for a multitude of purposes including agriculture, transportation, irrigation, and consumption as food and drink. The major source of food in water is fish and other aquatic organisms. In this context, in order to develop and maintain the populations of aquatic organisms obtained from our inland waters, it is of pivotal importance to identify algae, the first link of the food chain. Producing their own food through photosynthesis, these living things constitute the first link in the food chain and are the primary producers of the aquatic environments. As they produce organic substances from inorganic ones, supply oxygen to the medium, and function as food to other consumer

organisms, algae form a vital part of the life-support system in water (Ahıska and Atıcı, 2005).

Turkey has 906118 hectares of natural lakes, 18000 hectares of dam lakes, and 145000 km of a network of rivers. As a country rich in inland water resources and with a view to making more efficient use of these resources and turning them into sources of food and revenue, identification of algae in the aquatic environments is crucial (Çetin and Yavuz, 2001).

Aiming to identify the epiphytic diatom flora of Hazar Lake (Suluçayır Plain), Pala (2014) collected samples from *Ranunculus rinoii* and *Ranunculus aquatilis* within monthly

periods from September 2006 to August 2007 and noted that, among the epiphytic algae, the species that were significant in terms of abundance and individual occurrences were *Amphora ovalis*, *Synedra ulna*, *Cymbella affinis*, and *Epithemia turgida*.

Studying the composition of benthic algal communities and the seasonal change in epipelagic algae in Lake Uzun (Trabzon) from April 1991 to March 1993, Şahin (1998) showed that the dominant group of algae among benthic algal communities was Bacillariophyta. It is well-known that recent years have seen an increase in the number of studies (Kılınç and Sıvacı, 2000; Pala and Çağlar, 2006; Pala, 2007; Pala and Aker, 2014) about our inland waters. Besides, with the growing awareness of algae in still waters and rivers, the number of studies on these organisms also increased considerably.

The present study aims to examine the epiphytic and

epipsammic diatoms and certain physical and chemical characteristics of Gölbaşı Lake in Adıyaman with a view to contributing to the identification of the algal flora of our inland waters of Turkey.

MATERIALS AND METHODS

Gölbaşı Lake positioned to the north of Gölbaşı in Adıyaman province is located between 37° 48' 00" latitude and 37° 38' 48" longitude (Figure 1). Gölbaşı Lake is a tectonic lake and the altitude of lake is 885m, the lake covers a field of approximately 3 km² (Toroglu and Toroglu, 2009).

In this study aiming to identify the epipsammic and epiphytic diatoms of Gölbaşı Lake, samples were collected from an area of 1 km² periodically from March to October 2014



Figure 1. The Sampling area in Gölbaşı Lake (Google, 2014)

The temperature and pH values of the lake water were measured on the field using an Electromag brand field pH meter; dissolved oxygen was measured on the field using a YSI model 51B field oxygen meter and hardness values of the water were analysed in the laboratory using the titrimetric method (APHA, 1985). Table 1 presents the minimum and maximum values found in these analyses. The portable devices used on the field were calibrated using stable solutions before going to the field. Cell numbers of epipsammic and epiphytic diatoms identified in per ml were counted according to method given in Round (1953). In order to identify the taxa of epiphytic and epipsammic diatoms, the samples were treated with 50% H₂SO₄ and 50% NHO₃ and permanent preparations were obtained (Round, 1953).

Data obtained from the epiphytic and epipsammic diatoms of Gölbaşı Lake were compared using Sorensen Similarity Index (Sorensen, 1948). Relevant sources were used in the identification of taxa (Germain, 1981; Patrick and Reimer, 1966, 1975; Krammer and Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a and 1991b).

RESULTS

In order to show certain physical and chemical properties of Gölbaşı Lake, surface water temperature, dissolved oxygen, pH and hardness values were measured in monthly periods from March to October 2014 and the results of these measurements are presented in Table 1.

Table 1. Data from the physical and chemical analyses of Gölbaşı Lake

	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Dissolved Oxygen (mg O ₂ /L)	8.0	8.1	7.8	6.8	5.9	5.4	4.3	5.0
pH	7.9	8.0	8.0	8.4	7.9	7.8	8.4	8.7
Temperature (°C)	12.0	12.5	14.0	17.5	19.5	20.5	21.0	17.5

Over the course of the study, as temperatures increased, a decrease was found in the dissolved oxygen values. Gölbaşı Lake was found to have the highest temperature (21°C) in September and the lowest temperature (12°C) in March; the highest dissolved oxygen (8.2 mg/L) in March and the lowest dissolved oxygen (4.3 mg/L) in September; the highest pH (8.7) in October and the lowest pH (7.8) in August (Table 1)

A total of 14 taxa of epiphytic diatoms were identified on the *Potamogeton perfoliatus* L. plant collected from Gölbaşı Lake (Table 2). As the Table shows, the most noteworthy taxa in terms of individual occurrences per ml are *Diatoma vulgaris*, *Amphora ovalis* and *Ulnaria ulna*. Individual occurrences of *Diatoma vulgaris* in May were the highest individual occurrences, while cell counts of *Gomphonema olivaceum* in October were the lowest individual occurrences recorded on this macrophyte (Table 2).

Based on a careful examination of Table 2, the presence of some taxa in the environment despite the absence of others or some taxa having higher abundance and individual occurrences than other taxa suggest that these diatoms make more effective use of the conditions in their environment. In other words, this can be taken as an indicator of the ability of these taxa to adapt to different living environments.

The monthly count of individual cells per ml of epiphytic diatoms recorded on *Potamogeton perfoliatus* L. is presented in Table 2.

The epiphytic diatoms identified on *Chara sp.*, a plant found only during 4 particular months, but not in others over the year in Gölbaşı Lake belonged to a total of 9 taxa. *Ulnaria ulna*, *Navicula radiosa*, and *Diatoma vulgaris* were found to have higher individual occurrences than other diatoms (Table 3)

Table 2. The monthly count of individual cells per ml of epiphytic diatoms recorded on *Potamogeton perfoliatus*

Taxon	Marc.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	11	17	19	13	10	9	7	5
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	18	21	25	17	11	12	9	7
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	14	16	13	14	9	6	3	-
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	17	19	18	16	12	8	5	2
<i>Cymbella cistula</i> (Hemp.) Kirchner	13	15	12	9	9	7	4	3
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	24	28	30	25	22	19	14	11
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kütz.	9	12	12	10	9	7	3	-
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brebisson	13	15	14	12	7	5	3	1
<i>Gomphonema Helveticum</i> Brun.	11	15	13	10	9	7	5	3
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	17	17	20	18	12	10	6	4
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müll.) Bory.	15	18	16	14	11	9	7	5
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W.Smith	14	17	19	13	9	7	7	4
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Robenhorst	10	15	14	8	10	5	2	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) P.Compere	18	20	22	25	17	13	11	9

Table 3. Cell numbers per ml of epiphytic diatoms recorded on *Chara* sp.

Taxon	Marc.	Apr.	May	Jun.
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocksek	13	17	9	5
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	16	19	13	11
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	15	12	9	3
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich) O. Kirchner	13	16	7	5
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint- Vincent	18	19	15	13
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brebisson	12	17	13	11
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	19	21	23	17
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	15	17	14	13
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) P. Compere	17	20	24	22

Cell numbers per ml of epipsammic diatoms identified in Gölbaşı Lake are presented in Table 4. As Table 4 shows, a total of 24 taxa belonging to epipsammic diatoms were

recorded in Gölbaşı Lake. The highest number of individual occurrences of epipsammic diatoms were recorded in late spring and summer.

Table 4. Cell numbers per ml of epipsammic diatoms identified in Gölbaşı Lake

Taxon	Marc.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.
<i>Cyclotella comta</i> (Ehr.) Kütz.	15	18	24	32	29	24	20	12
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocksek	13	15	17	22	19	15	12	9
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	7	13	18	19	15	9	7	4
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich) O. Kirchner	18	20	31	36	38	25	17	14
<i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Cleve	14	16	21	23	20	17	13	9
<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve	9	13	16	18	14	11	11	8
<i>Cymbella obtisiuscula</i> (Kütz.) Grun.	15	17	19	16	13	10	6	-
<i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer	-	9	12	14	9	5	-	-
<i>Diatoma hyemala</i> (Roth) Heiberg	-	13	17	19	20	13	8	-
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	13	18	24	32	29	21	16	12
<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	-	-	13	17	19	9	4	-
<i>Epithemia argus</i> (Ehr.) Kütz.	-	15	16	19	11	7	5	2
<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg	2	8	13	16	14	11	6	-
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	-	6	10	14	16	12	8	4
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	7	12	15	16	19	8	3	-
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs.	-	11	17	25	30	27	20	15
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	16	19	17	22	36	28	19	13
<i>Navicula salinarum</i> Grunow	14	22	26	27	33	29	21	17
<i>Navicula tryblionella</i> Hantzsch	9	11	15	17	21	15	9	6

<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	11	22	36	39	29	20	19	9
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehr.) D.G. Mann	11	13	14	16	19	11	-	-
<i>Surirella robusta</i> Ehr.	7	15	13	17	10	9	4	-
<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) M. Aboal	5	15	14	12	11	7	2	-
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) P. Compere	16	25	37	-	-	-	-	-

The similarities between epiphytic diatoms, and between epiphytic and epipsammic diatoms were analysed using

Sorensen Similarity Index (Sorensen, 1948) and the results of this analysis are presented in Table 5.

Table 5. Results of the Sorensen (Similarity) Index analysis between epiphytic diatoms on *Potamogeton perfoliatus* and *Chara* sp. and epipsammic diatoms

<i>P.perfoliatus</i> - <i>Chara</i> sp.	<i>P. perfoliatus</i> -epipsammik	<i>Chara</i> sp.-epipsammik
78%	26%	30%

As can be seen in Table 5, the highest similarity (78%) was found between *Potamogeton perfoliatus* and *Chara* sp. The similarity between epiphytic and epipsammic diatoms was only as high as 26% and 30%. Accordingly, the macrophyte preference of diatoms as a substratum was to a large extent similar.

DISCUSSION

In this study, mean values for dissolved oxygen and pH were found as 6.4 mg/L and 8.1 respectively. According to these findings, Gölbaşı Lake water is in class II in term of inland water quality criterion given by Uslu and Türkman (1987).

Over the course of the study a total of 14 taxa belonging to epiphytic diatoms and 24 taxa of epipsammic diatoms were recorded in Gölbaşı Lake. Since these diatoms were dominant in terms of both abundance and individual occurrences, other algae were ignored.

In this study, *Cyclotella ocellata*, *Cymbella cistula*, *Diatoma vulgare*, and *Ulnaria ulna* were identified among both epiphytic and epipsammic diatoms. This result may indicate that these diatoms, in comparison to others, are better able to use environmental conditions to their advantage.

In the study, *Cocconeis pediculus*, *Encyonema prostratum*, *Gomphonema helveticum*, *Navicula tripunctata* and *Nitzschia dissipata* were found to be the only epiphytic diatoms found on *Potamogeton perfoliatus* plant, while *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Cymbella parva*, *Cymbella prostrata*, *Cymbella obtusiuscula*, *Cymbella proxima*, *Diatoma hyemale*, *Epithemia sorex*, *Epithemia araus*, *Fragilaria bidens*, *Gomphonema gracile*, *Gomphonema truncatum*, *Navicula cincta*, *Navicula salinarum*, *Nitzschia linearis*, *Navicula tryblionella*, *Sellaphora bacillum*, *Surirella robusta* and *Ulnaria acus* were the diatoms found only in the epipsammic flora. The presence of certain diatom taxa only in one community

demonstrates that diatoms have specific incidence characteristics.

That diatoms are more significant than other groups of algae in terms of both abundance and individual occurrences, and the resulting negligence of other algae has been reported in studies conducted in lakes both in our country and abroad (Round, 1981; Temel, 1992; Pala, 2014).

In his study about algal communities in Altınapa Dam Lake and Meram Stream, Yıldız (1987) found that diatoms were dominant and abundant in comparison to other algae in both water bodies and that dominant species of epiphytic and epilithic diatoms in Altınapa Dam Lake were *Synedra delicatissima*, *Navicula cryptocephala*, *Nitzschia palea*, *Cymbella microcephala*, *Cymbella amphicephala*, *Gomphonema olivaceum* and *Navicula crypcephala*. This result is similar to ours in terms of identified species with the exception of *Gomphonema olivaceum* and *Nitzschia palea*.

Aiming to examine the epiphytic diatom flora of Hazar Lake (Suluçayır Düzü), Pala (2014) collected samples from *Ranunculus rinoii* and *Ranunculus aquatilis* in monthly periods from September 2006 to August 2007 and noted that, among epiphytic algae, *Amphora ovalis*, *Synedra ulna*, *Cymbella affinis* and *Epithemia turgida* were important species with regard to abundance and individual occurrences. The identification of *Amphora ovalis*, *Cymbella affinis* and *Ulnaria ulna* to have significant individual occurrences in our study is similar to finding of Pala (2014).

Cox (1984) emphasized that light was the major factor in the seasonal distribution of diatoms. Likewise, Round (1973) stated that diatoms grew well in spring and early summer, while their growth was lower in the period from July to October. In the same vein, Lund (1965) noted that temperature and light were main factors affecting the development of algae. In the present study, the abundance and individual occurrences of diatoms showed seasonal variations, though to a small extent. The

species composition and individual occurrences of epipsammic diatoms were found to be the highest in spring and summer and the lowest in autumn. This result suggests that water temperature and intensity of light were effective on the propagation of diatoms.

In relation to the increase in the number of diatoms in Gölbaşı Lake over the summer, it was already reported in other studies (Stanly and Daly, 1976) that benthic algae responded very well to increased temperature and light in summer.

Round (1957) and Butcher (1946) described most diatoms to be species that are fond of alkali water. *Cocconeis placentula*, *Cymbella ventricosa*, *Gomphonema parvulum* and *Gomphonema olivaceum*, in particular, were found to be dominant organisms in alkali water. In Gölbaşı Lake, however, only *Gomphonema olivaceum* from among these diatoms was found, while others were not present.

Cymbella spp., *Navicula* spp. and *Ulnaria* spp. identified among the epiphytic and epipsammic diatoms in Gölbaşı Lake

were usually reported to be the typical benthic species of inland waters (Hutchinson, 1957).

Chessman (1986) noted that *Navicula* and *Nitzschia* were cosmopolite species. The identification of *Navicula* and *Nitzschia* in both the epiphytic and epipsammic flora in our study lends support to result of Chessman (1986).

As the studies summarized above show, the dominant organisms in the lakes are diatoms. This dominance can be interpreted as an indication that, when compared to other groups of algae, diatoms make better use of the conditions in freshwater. The present study aims to examine the epiphytic and epipsammic diatoms and certain physical and chemical characteristics of Gölbaşı Lake in Adıyaman with a view to contributing to the identification of the algal flora of inland waters in Türkiye.

In consideration of the continuous presence of diatoms in the epiphytic and epipsammic algal groups, it can be concluded that diatoms are cosmopolitic algae that are found on all substrata.

REFERENCES

- Ahiska, S. & Atıcı, T. (2005). Pollution and algae of Ankara stream. *Gazi University Journal of Science*, 18(1): 51-59.
- APHA, (1985). Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, Washington.
- Butcher, R.W. (1946). The algal growth in certain highly calcareous streams. *Journal of Ecology*, 33, 268-283. doi: 10.2307/2256471
- Çetin, A.K. & Yavuz, O.G. (2001). Epipelic, epilithic and epiphytic algal flora of Cip Stream (Elazığ). *Firat University Journal of Science*, 13(2): 9-14.
- Chessman, B.C. (1986). Diatom flora of an Australian River system: Spatial Patterns and Environmental Relationships. *Freshwater Biology*, 16: 805-819. doi: 10.1111/j.1365-2427.1986.tb01018.x
- Cox, E.J. (1984). Observations on some benthic diatoms from North German Lakes: the effect of substratum and light regime. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22: 924-928.
- Germain, H. (1981). Flora Des Diatomées Diatomophycees. Sociétye Nouvelle Des Editions Boubee, Paris.
- Google, (2014) Gölbaşı Lake, Adıyaman-Turkey [Retrieved, September 15, 2014, from <https://goo.gl/maps/>]
- Hutchinson, G.E. (1957). A treatise on Limnology. Vol II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley & Sons, New York.
- Kılınç, S. & Sivaci, R. (2000). A study on the past and present diatom flora of two alkaline lakes. *Turkish Journal of Botany*, 25: 373-378.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae. I. Teil: Naviculaceae in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York, 876p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1988). Bacillariophyceae. II. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/2. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena. 596p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991a). Bacillariophyceae. III. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/3. Gustav Fischer Verlag: Jena. 576p.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae. IV. Teil: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil I-IV. in Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. and Mollenhauer, D. (eds) Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/4. Gustav Fischer Verlag: Jena. 437p.
- Lund, J.W.G., (1965). The Ecology of the Freshwater Phytoplankton, *Biological Reviews*. 40, 231-293. doi: 10.1111/j.1469-185X.1965.tb00803.x
- Pala, G. & Aker, E. (2014). The Investigation of planktonic and benthic algae in Pınarbaşı (Elbistan/ Kahramanmaraş). *Firat University Journal of Science*. 26(2), 105-113.
- Pala, G. & Çağlar, M. (2006). Epilithic diatoms in Keban Dam Lake and their seasonal variations. *Firat University Journal of Science*. 18 (3), 323-329.
- Pala, G. (2007). The planktonic algae and their seasonal variations in Gölüşkür Region of Keban Dam Lake II- Bacillariophyta. *Firat University Journal of Science*. 19 (1), 23-32.
- Pala, G. (2014). Epiphytic diatom flora of Hazar Lake (Suluçayır Düzü). *Firat University Journal of Science*. 26 (1), 45-54.
- Patrick, R. & Reimer, C.W. (1966). The Diatoms of the United States, Exclusive of Alaska and Haxaii. Monographs of the Academy of national sciences of Philadelphia no: 13. Pennsylvania, USA, 688p.
- Patrick, R. & Reimer, C.W., (1975). The Diatoms of the United States. Volume II. Acad. Sci Philadelphia.
- Round, F.E. (1953). An investigation of two benthic algal communities in Malharm Tam, Yorkshire, *Journal of Ecology*, 41, 97-174. doi: 10.2307/2257108
- Round, F.E. (1957). Studies of the English Lake District Part II. The distribution of Bacillariophyceae on the sediments. *Journal of Ecology*, 45, 343-360. doi: 10.2307/2256951
- Round, F.E. (1973). The Biology of the Algae, Edward Arnold, London.
- Round, F.E. (1981). The Ecology of algae, Cambridge University press, USA, 653p.
- Sorensen, T. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 5(4): 1-34.
- Stanly, D.A., & Daly, R.J. (1976). Environmental control of primary productivity in Alaskan Tundra Ponds. *Ecology*, 57, 1025-1033. doi: 10.2307/1941067

- Şahin, B. (1998). Benthic algae flora of Sera Creek (Trabzon), XIV. National Biology Congress, 7-10 September, Samsun, II, 272-281.
- Temel, M. (1992). Phytoplankton of Sapanca Lake, *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 1, 25-40.
- Toroglu, E. & Toroglu, S. (2009). Microbial pollution of water in Golbasi Lake in Adıyaman, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(1), 33-38.
- Uslu, O. & Türkman, A. (1987). Water Pollution and Control. Prime Ministry General Directorate of Environment Publications Educations Series, 364p, Ankara.
- Yıldız, K. (1987). A study on algal communities of Altınapa Dam Lake and Meram Stream. *Cumhuriyet Science Journal*, (5), 191-207.

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Spring bloom of the raphidophycean *Heterosigma akashiwo* in the Golden Horn Estuary at the northeast of Sea of Marmara

Marmara Denizi'nin kuzeydoğusundaki Haliç'te rafidofit *Heterosigma akashiwo*'nun ilkbahar aşırı çoğalması

Fuat Dursun¹ • Seyfettin Taş^{1*} • Tufan Koray²

¹ Institute of Marine Sciences and Management, Physical Oceanography and Marine Biology Department, Istanbul University, 34134, Vefa-Fatih, Istanbul-Turkey

² Ege University, Faculty of Fisheries, 35100 Bornova, Izmir, Turkey

* Corresponding author: stas@istanbul.edu.tr

Received date: 08.03.2016

Accepted date: 27.05.2016

How to cite this paper:

Dursun, F., Taş, S. & Koray, T. (2016). Spring bloom of the raphidophycean *Heterosigma akashiwo* in the Golden Horn Estuary at the northeast of Sea of Marmara. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 201-207. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.03

Abstract: In the period of February-May 2012, harmful algal blooms (HABs) along with environmental factors were investigated biweekly in the Golden Horn Estuary at the northeast of the Sea of Marmara and a dense bloom of the raphidophycean *Heterosigma akashiwo* (Y.Hada) Y.Hada ex Y.Hara & M.Chihara was observed in late May. *H. akashiwo* abundance increased gradually from the lower estuary to the upper estuary. The dense bloom of *H. akashiwo* in late May occurred at the temperature of 20.2°C and salinity of 16.4 psu and its abundance reached to 10.4×10^6 cells L⁻¹. When compared to mid-May, the mean temperature of surface water increased 4.50°C, while salinity decreased 2.30 psu in late May. Secchi depth values decreased rapidly from the lower to the upper estuary (6.00 m to 0.50 m). It is considered that a rapid increase in temperature, a decrease in salinity, and high nutrient concentrations in combination with low water circulation at the upper estuary were the causes of the bloom of *H. akashiwo*. Fish mortality or other harmful effects in environment were not observed during the *H. akashiwo* bloom. But, these events may create a potentially toxic risk for the study area in the future.

Keywords: Golden Horn Estuary, Harmful algal blooms, *Heterosigma akashiwo*, nutrients, Sea of Marmara

Öz: Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda bulunan Haliç'te Şubat ve Mayıs 2012 arasındaki dönemde, iki haftada bir olmak üzere çevresel faktörlerle birlikte zararlı alg aşırı üremeleri incelendi ve Mayıs sonunda rafidofit *Heterosigma akashiwo* (Y.Hada) Y.Hada ex Y.Hara & M.Chihara türünün yoğun bir aşırı çoğalması gözlemlendi. *H. akashiwo* bolluğu Haliç'in aşağı bölümünden yukarı bölümüne doğru giderek artmıştır. Mayıs sonundaki *H. akashiwo*'nın yoğun aşırı çoğalması 20.2°C sıcaklık ve 16.4 psu tuzlulukta meydana gelmiş ve bolluğu 10.4×10^6 hücre L⁻¹'ye ulaşmıştır. Mayıs ortası ile karşılaştırıldığında Mayıs sonunda ortalama yüzey suyu tuzluluk değerleri 2.30 psu, sıcaklık değerleri ise 4.50°C artış göstermiştir. Seki derinliği aşağı bölümünden yukarı bölüme doğru hızlı bir şekilde azalmıştır (6.00 m'den 0.50 m'ye). Ani bir sıcaklık artışı, tuzlulukta düşüş ve düşük su sirkülasyonu ile birlikte yüksek besin elementleri konsantrasyonu yukarı Haliç'te *H. akashiwo*'nın aşırı çoğalmasının nedenleri olarak düşünülmektedir. *H. akashiwo* aşırı çoğalması boyunca balık ölümü veya ortamda diğer zararlı etkiler gözlenmemiştir. Ancak bu olaylar gelecekte bu çalışma bölgesi için potansiyel toksik bir risk oluşturabilir.

Anahtar kelimeler: Besin elementleri, Haliç, *Heterosigma akashiwo*, Marmara Denizi, Zararlı alg aşırı üremeleri

INTRODUCTION

Heterosigma akashiwo (Y.Hada) Y.Hada ex Y.Hara & M.Chihara (Raphidophyceae) has been known to cause to harmful algal blooms (HABs) and to fish kills around the world (Rensel, 2010). HABs of *H. akashiwo* caused to the large economic losses in British Columbia salmon farms (Haigh and Esenkulova, 2013). In a bloom occurred in Cowichan Bay, Canada, in mid-summer of 2014, high concentrations of *H. akashiwo* (max. 4.00×10^4 cells mL⁻¹) caused to lethargic behaviour in salmon species (Esenkulova and Luinenburg,

2014). The harmful effects of *H. akashiwo* blooms on the fish are associated with physical clogging of fish gills by mucus excretion and gill damage by haemolytic substances (Shimada et al. 1983; Chang et al. 1990). Some species and strains of raphidophytes such as *Chattonella*, *Heterosigma* and *Fibrocapsa* may contain brevetoxin-like neurotoxins (Khan et al. 1996; Bridgers et al. 2002; Hallegraeff et al. 2003) and *H. akashiwo* have been considered as the causative organisms of the massive fish mortalities (Mendez et al. 2010). Allelopathic

effects of *H. akashiwo* are also known for marine invertebrates such as copepods, shrimps and scallops (Keppler et al. 2005; Wang et al. 2006; Yu et al. 2010).

The previous studies on phytoplankton carried out in this study area, when it was extremely polluted, demonstrated that phytoplankton abundance was very low and even they were absent particularly at the upper estuary (Uysal and Unsal, 1996; Tas and Okus, 2003; Tas et al. 2009). During rehabilitation of the GHE (after 2000), phytoplankton abundance increased and dense blooms of phytoplankton occurred in spring and summer (Tas et al. 2009; Tas and Okus, 2011; Tas, 2015). In the previous years, *H. akashiwo* has been recorded in Turkish Seas e.g. in the eutrophic coastal waters of Izmir Bay (Aegean Sea) (Bizsel and Bizsel, 2002; Koray, 2004) and at the near shore of the Sea of Marmara (Deniz and Tas, 2009). The previous study carried out in the Golden Horn Estuary reported summer and autumn blooms of *H. akashiwo* and no harmful effect on the ecosystem caused by this species was recorded (Tas and Yilmaz, 2015).

The main goal of this study is to evaluate a dense bloom of the raphidophycean *Heterosigma akashiwo* in relation to environmental parameters in the Golden Horn Estuary at the

northeast of the Sea of Marmara.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The Golden Horn Estuary (GHE) is located in southwest of the Strait of Istanbul and is approximately 7.50 km long and 700 m wide, with a surface area of 2.60 km² (Figure 1). The study area is divided in three parts: Lower estuary (LE), middle estuary (ME) and upper estuary (UE). The LE is the deepest section (40.0 m) and it has a strong interaction with the Strait of Istanbul (Bosphorus). The depth rapidly decreases to 14.0 m in the ME, where a bridge operating on buoys limits the upper layer circulation. The UE has a depth of 4.00 m due to a high degree of sedimentation (Figure 1). Although the two streams as known Alibey and Kağıthane carry freshwater to the GHE, the amount of the water runoff is generally low. Therefore, the main source of the freshwater flowing into the GHE is rainfall (Sur et al. 2002). The LE is characterized by a two-layered structure similar to the neighboring Strait of Istanbul where upper layer waters has a salinity of ~18 psu, originated from Black Sea and lower layer waters has a salinity of ~38 psu, originated from the Mediterranean Sea.

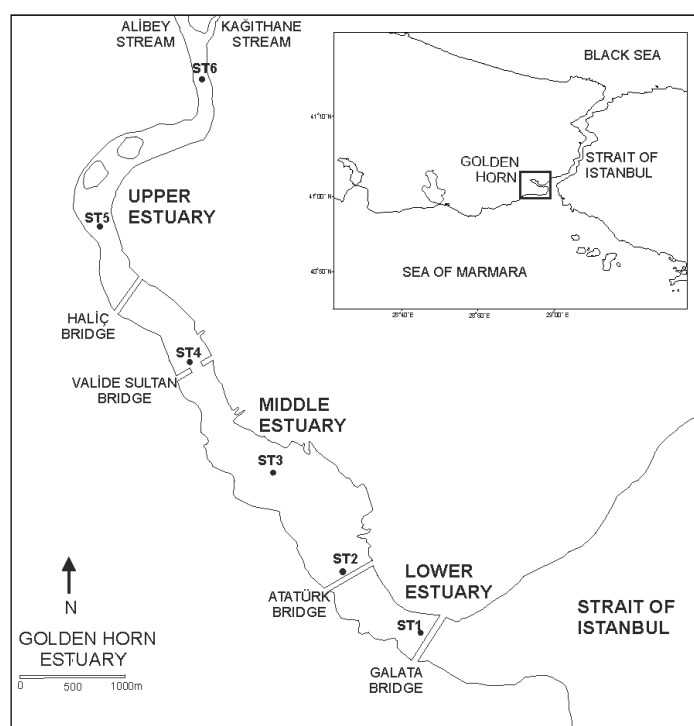


Figure 1. Study area and sampling stations

Sampling and analyses

Seawater samples were biweekly collected between 21 February and 31 May 2012 in surface water using a Niskin

bottle at the six sampling sites. Temperature, salinity, dissolved oxygen (DO) and pH were measured by a multi-parameter probe (YSI Professional Pro Plus). Light transparency was measured using a Secchi-disc. Inorganic nutrients (NO₃+NO₂

and PO_4) were analyzed according to methods APHA (1999). Chlorophyll a (Chl-a) analyses were carried out by acetone extraction method according to Parsons et al. (1984). For phytoplankton analyses, 250 mL seawater was taken by Niskin bottles and preserved with acidic Lugol (2.00%). 50 mL subsamples were settled according to Utermöhl Sedimentation Method (Utermöhl, 1958). *H. akashiwo* cells were counted at 200 $\times$ magnification under a Leica DM IL LED inverted microscope equipped with phase contrast.

Morphological analyses of *H. akashiwo* cells were carried out using a Leica DM IL LED inverted phase contrast microscope equipped with Image Leica Application Suite

software, LAS version 3.8.0 (Leica Microsystems Limited). Taxonomic identification was based on morphological characteristics such as cell shape and size, number, colour and shape of chloroplasts according to Hallegraeff et al. (2003).

RESULTS

Environmental factors

The spatial fluctuations in main environmental variables in the three parts (LE, ME and UE) of the GHE are given in Table 1. Relationships between abundance of *H. akashiwo* and environmental variables are presented in Figures 2 and 3.

Table 1. The mean values and standard deviations (SD), minimum and maximum values of environmental factors in surface water of three parts of the GHE during the study period

Parameters	LE		ME		UE	
	Mean $\pm$ SD	Min-Max	Mean $\pm$ SD	Min-Max	Mean $\pm$ SD	Min-Max
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	9.30 $\pm$ 4.91	4.10-16.8	10.6 $\pm$ 5.05	4.50-19.3	11.3 $\pm$ 5.39	5.30-20.7
Salinity (psu)	18.9 $\pm$ 0.43	18.4-19.5	17.2 $\pm$ 1.60	15.5-19.1	14.9 $\pm$ 2.32	6.40-19.0
Secchi depth (m)	7.20 $\pm$ 1.38	6.00-9.00	2.70 $\pm$ 1.49	1.00-5.00	1.30 $\pm$ 0.64	0.50-3.00
$\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	5.30 $\pm$ 2.94	1.80-10.3	11.0 $\pm$ 9.50	0.30-25.6	11.9 $\pm$ 8.35	0.10-21.6
$\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0.60 $\pm$ 0.46	0.30-1.60	1.70 $\pm$ 0.91	0.40-5.20	3.10 $\pm$ 0.99	0.80-11.5
Chl-a ($\mu\text{g L}^{-1}$)	1.90 $\pm$ 1.19	0.60-3.70	9.70 $\pm$ 31.5	0.50-86.0	8.00 $\pm$ 23.9	0.60-65.9
DO (mg L^{-1})	10.9 $\pm$ 1.63	9.40-13.4	9.10 $\pm$ 2.36	5.90-11.5	5.20 $\pm$ 2.78	0.20-11.1
pH	7.80 $\pm$ 0.27	7.30-8.10	7.90 $\pm$ 0.17	7.30-8.20	8.00 $\pm$ 0.15	7.70-8.30

Temperature showed the minor differences between the three parts of the estuary, increasing relatively from the LE to the UE. The mean temperatures in three parts of the GHE for sampling period varied between 9.30 $^{\circ}\text{C}$ (LE) and 11.3 $^{\circ}\text{C}$ (UE). But, *H. akashiwo* bloom formed at 20.2 $^{\circ}\text{C}$. Surface salinity was always lower in the UE and the mean values ranged between

14.9 (UE) and 18.9 psu (LE). But, salinity was 16.4 during the bloom (Figure 2).

Secchi depth decreased significantly from the LE to the UE. The maximum Secchi depth was measured as 9.00 m at the LE in mid-May, whereas its minimum value was measured as 0.50 m at the UE in late May (Figure 2).

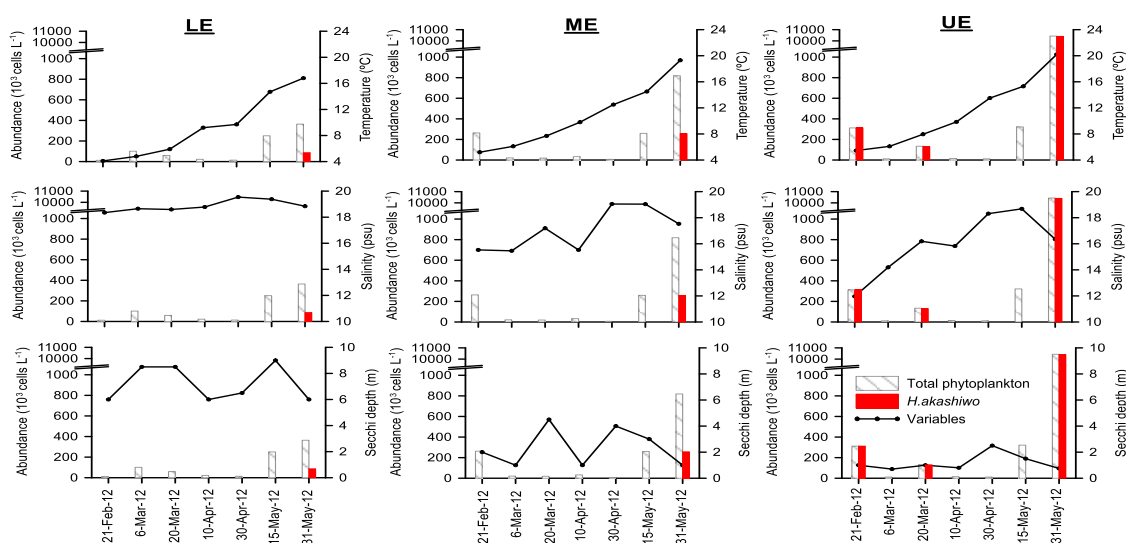


Figure 2. Relationships between *H. akashiwo* abundance and physical factors in the GHE

Inorganic nutrient concentrations increased remarkably from the LE to the UE due to high amount of nutrient carrying by two streams. While the mean values of $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ varied between 5.30 (LE) and 11.9 $\mu\text{g L}^{-1}$ (UE), $\text{PO}_4\text{-P}$ concentrations ranged between 0.60 (LE) and 3.10 $\mu\text{g L}^{-1}$ (UE) (Figure 3).

Chl-*a* mean values varied between 1.90 and 8.00 $\mu\text{g L}^{-1}$ from the LE to the UE. The highest chl-*a* (86.0 $\mu\text{g L}^{-1}$) was measured in the ME in late May (Figure 3). DO concentrations

were often higher at the LE than two other parts of the GHE due to strong interaction with the Strait of Istanbul. The mean DO concentrations changed between 5.30 (UE) and 10.9 mg L^{-1} (LE) (Figure 3). The highest DO concentration (13.4 mg L^{-1}) was measured in February at the LE, while the lowest DO value (0.2 mg L^{-1}) was measured at the UE in late May (Figure 3). pH values varied between 7.30 (March, LE) and 8.30 (late May, UE). The mean pH values were slightly increased (7.80-8.00) from the LE to the UE (Figure 3).

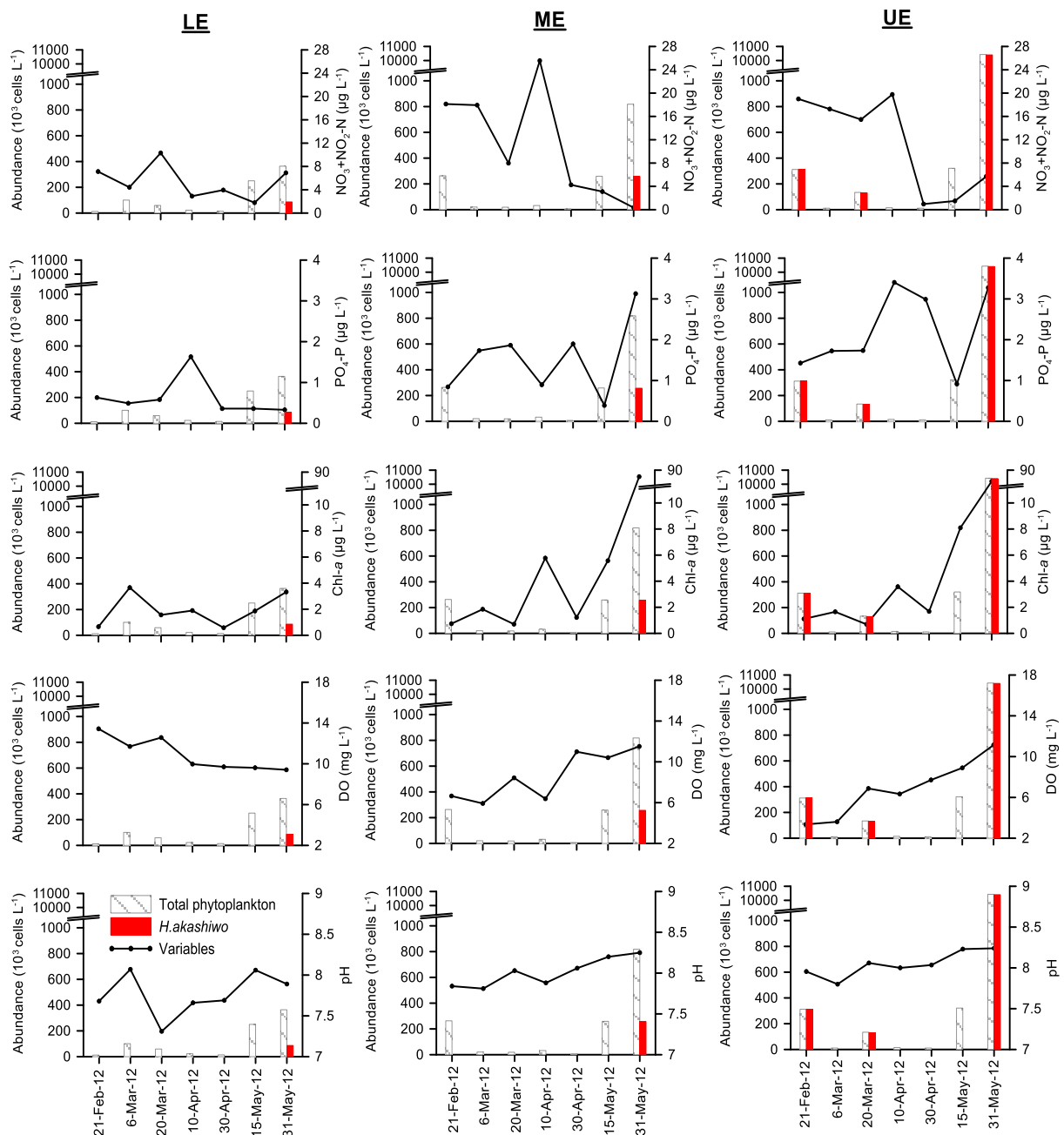


Figure 3. Relationships between *H. akashiwo* abundance and chemical factors in the GHE

Morphology of *H. akashiwo* cells

Although cells of *H. akashiwo* were observed as solitary sometimes (Figure 4A), they were observed as masses of immobile spherical cells surrounded by mucilage in some cases (Figure 4B-C). Cell shape varied from ovoid to elliptical, compressing slightly dorso-ventrally, in the length of 8.70-16.20

μm (average 13.3 μm , $n=20$) and in the width of 7.20-13.20 μm (average 9.90 μm , $n=20$), with two subequal heterodynamic flagella inserted in anterior subapical depression.

Chloroplasts typically varied from yellowish-brown to greenish yellow and the cells contained 8-16 discoid chloroplasts (average 12, $n=20$) situated at the cell (Figure 4C).

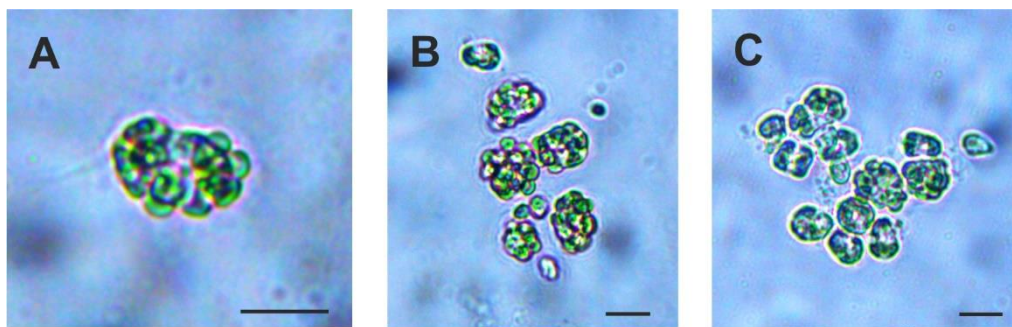


Figure 4. Light micrographs of *Heterosigma akashiwo* cells in bloom samples in late May in the GHE (A-C). A: Single cell of *H. akashiwo*; B-C: *H. akashiwo* cells in mucilage colony (Scale bars: 10 μm)

Cell abundance in relation to environmental parameters

Total phytoplankton abundance including diatoms, dinoflagellates and other flagellates was generally low during the study. However, the abundance began to increase in mid-May. While phytoplankton was dominated by diatoms in March, it was dominated by euglenophycean flagellates in early April. It was observed again a diatom increase in late April and this situation lasted in mid-May. Thereafter, *H. akashiwo* formed a dense bloom in late May following the diatom increase in mid-May. During the bloom, the contribution of *H. akashiwo* to total phytoplankton increased gradually from the LE to the UE (from ~24% to ~100%). Fluctuations of *H. akashiwo* and total phytoplankton abundance in the study area are shown in Figures 2 and 3.

H. akashiwo was firstly found at the UE in February and its cell density was $\sim 0.30 \times 10^6$ cells L^{-1} . It decreased to $\sim 0.20 \times 10^6$ cells L^{-1} in March at the UE. *H. akashiwo* cells were not identified in the LE and ME in these periods. Among April and mid-May, when a diatom increase occurred, *H. akashiwo* cells were not observed throughout the study area. The bloom of *H. akashiwo* occurred at the UE in late May in parallel to a significant temperature rise ($\sim 4.50^\circ\text{C}$) (Figure 2). *H. akashiwo* cells were observed at a wide range of water temperatures from 5.30 (February) to 20.2 $^\circ\text{C}$ (late May) and the highest *H. akashiwo* bloom density occurred at 20.2 $^\circ\text{C}$. The relationship between *H. akashiwo* abundance and temperature levels can be clearly followed in Figure 2. Salinity values were generally lower at the UE than the LE and *H. akashiwo* showed the highest bloom in the UE where salinity values were measured in interval of 14.2 - 16.4 psu in late May. However, in mid-May

when the salinity was in 18.7 psu in the UE, there was no bloom caused by *H. akashiwo* in this part of the GHE (Figure 2).

DO concentrations were generally lower in the UE than the other parts of the GHE and they increased to 11.1 mg L^{-1} during the *H. akashiwo* bloom. The highest chl-*a* value ($\sim 66 \mu\text{g L}^{-1}$) was recorded in the highest bloom period of *H. akashiwo*. Inorganic nutrient concentrations were higher between February and March than between April and mid-May, probably due to their high uptakes by other phytoplankton groups in middle and late spring periods. However, $\text{NO}_3 + \text{NO}_2\text{-N}$ concentrations rapidly decreased ($1.80 \mu\text{g L}^{-1}$) in the ME in late May, when diatom abundance was high. But, it was higher ($5.70 \mu\text{g L}^{-1}$) in the UE at the same period. $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration decreased ($0.80 \mu\text{g L}^{-1}$) in mid-May, but it increased to $3.38 \mu\text{g L}^{-1}$ in the UE in late May, probably high amount of nutrient input by the streams (Figure 3).

DISCUSSION

Identification of fixed cells of *H. akashiwo* based on morphological characters under the light microscope is not easy. When preserved with fixatives, their cell membrane shrinks tightly around the cell giving a view similar to a blackberry. Cell morphology, the number and colour of chloroplasts of *H. akashiwo* observed in the GHE were in agreement with the previous descriptions and illustrations in the literature (Tomas, 1997).

Extensive *H. akashiwo* blooms have been observed following the initial spring diatom blooms in the Fraser River (Rensel et al. 2010). Also, in the GHE, the bloom of *H. akashiwo* occurred following a diatom increase as similar to in Fraser River. Moreover, it is known that *H. akashiwo* was reported from

the eutrophic waters of the Izmir Bay, the Aegean Sea (Bizsel and Bizsel, 2002; Koray, 2004). The first record of *Heterosigma* cf. *akashii* in the Sea of Marmara was given by Deniz and Tas (2009). As similar to the period of the maximum cell density of *H. akashiwo* in the GHE, Shikata et al. (2008) reported that the maximum cell density of this species (1.20×10^6 cells L^{-1}) was at the end of May in the Hakata Bay, Japan. In the previous study carried out in the GHE, there were two blooms of *Heterosigma* cf. *akashii* in the ME in June and September 2010. The bloom in June (13.9×10^6 cells L^{-1}) caused water discoloration and the abundance pattern of the species was highly related to the temperature (Tas and Yilmaz, 2015). In this study, the dense bloom of *H. akashiwo* was observed almost at the same time period (late May) and same part (UE) of the estuary (GHE). Therefore, late May and early June provide the favorable conditions to form dense blooms caused by *H. akashiwo* in the GHE.

Germination of *Heterosigma* cysts is known to be successful above 15.0 °C temperature (Rensel, 2007). In the study area, the blooms of *H. akashiwo* occurred following a temperature increase reached to the 15.0 °C which is the lower limit of the water temperature required for activation of the cysts (Taylor and Haigh, 1993) and the bloom reached to the maximum levels in late May. Kempton et al. (2008) reported the dense bloom of *H. akashiwo* (19.5×10^6 cells L^{-1}) in the temperature level of 22.7 °C. In a *H. akashiwo* bloom (1.20×10^6 cells L^{-1}) occurred in the Hakata Bay of Japan, water temperature was measured over 20.0 °C (Shikata et al. 2008). Orlova et al. (2010) reported that the dense bloom of *H. akashiwo* (1.00×10^8 cells L^{-1}) occurred in the east coastal area of Vladivostok, Russia at a temperature level of 22.0 °C in June. In the period of *H. akashiwo* bloom occurred in this study area in June 2010, water temperature was 21.7 °C (Tas and Yilmaz, 2015). Both previous studies and this study revealed that there is a significant positive relationship between temperature and bloom formation of *H. akashiwo*, when it was taken into account the temperature rise (from 15.8 to 20.2 °C) between middle and late May.

H. akashiwo is a euryhaline raphidophycean and can grow at low salinity values under the 10.0 psu, but it grows faster at salinities over 10.0 psu (Rensel et al. 2010). Kempton et al. (2008) stated that *H. akashiwo* bloom related to a rapid decrease in salinities (from 31.4 to 21.3 psu). The water salinity was measured as 16.9 psu during the dense bloom of *H.*

akashii occurred in the GHE in June 2010 (Tas and Yilmaz, 2015). Similar to previous studies, also in the current study, lower salinity values were measured in the upper estuary (UE) in late May compared to middle May. This shows a little negative relationship between salinity and *H. akashiwo*. During this study, the excessive bloom of *H. akashiwo* occurred in the salinity level of 16.4 psu, compatible with the tolerance of this species to low salinities previously reported by various researchers (Branco et al. 2014; Taylor and Haigh, 1993). Salinity levels between 14.0 and 16.0 psu appears to be more appropriate for excessive *H. akashiwo* bloom as shown also in this study area and salinity levels higher than 17.0 psu may considerably limit the growth of the *H. akashiwo*. Some authors reported that *H. akashiwo* is a superior competitor at low inorganic nutrient levels (Zhang et al. 2006) and some suggested that it has relatively high inorganic nutrient requirements compared with other flagellates (Smayda, 1998) and *H. akashiwo* bloom occurred together with an increase in DIP and DIN concentrations (Shikata et al. 2008). Nutrient concentrations decreased in mid-May probably due to high diatom uptake, but they increased again in late May probably due to nutrient input by two streams, when *H. akashiwo* bloomed.

The environmental conditions and the ability to form cysts in *H. akashiwo* play an important role in the population increase and germination of cysts is known to be successful above 15°C (Rensel, 2007). A rapid temperature rise (15.7 to 20.2°C) in the GHE in late May might be caused to the activation of *H. akashiwo* cysts. Thus, one of the most important factors causing the dense bloom of *H. akashiwo* is temperature rise. This ability allows to *H. akashiwo* more competitive against other phytoplankton species. Demirel (2015) stated that density and diversity of fish eggs and larvae gradually decrease from the LE towards the UE, due to the deteriorated environmental conditions. No fish mortality was observed caused by *Heterosigma akashiwo* during the bloom in this study probably due to the scarce of fish assemblages as mentioned above. Although any fish mortality or other harmful effects caused by *H. akashiwo* dense bloom were not observed, these events should be noted for the potential harmful risk in the near future.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University (Grant number: 18585).

REFERENCES

- American Public Health Association (APHA). (1999). Standard methods for the examination of water and waste water. 20th ed., Washington DC, USA, 1325 pp.
- Bizsel, N. & Bizsel, K.C. (2002). New records of toxic algae *Heterosigma* cf. *akashii* and *Gymnodinium* cf. *mikimotoi* in the hypereutrophic Izmir Bay (Aegean Sea): Coupling between organisms and water quality parameters. *Israel Journal of Plant Sciences*, 50: 33-44. doi: 10.1560/046H-XV7W-7BQQ-TCTX
- Branco, S., Menezes, M., Alves-de-Souza, C., Domingos, P., Schramm, M.A. & Proença, L.A.O. (2014). Recurrent blooms of *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae) in the Piraquê Channel, Rodrigo de Freitas Lagoon, southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 74: 529-537. doi: 10.1590/bjb.2014.0074
- Bridgers, A., McConell, E., Naar, J., Weidner, A., Tomas, L. & Tomas, C. (2002). Comparison of regional clones of the genus *Chattonella* and *Fibrocapsa* for growth characteristic and potential toxin production. *Xth*

- International Conference on Harmful Algal Blooms 2002, Florida, USA, pp. 37.
- Chang, F., Anderson, H.C. & Boustead, N.C. (1990). First record of a *Heterosigma* (Raphidophyceae) bloom with associated mortality of cage-reared salmon in Big Glory Bay, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 24: 461-469. doi: 10.1080/00288330.1990.9516437
- Demirel, N. (2015). Ichthyoplankton dynamics in a highly urbanized estuary. *Marine Biology Research*, 11: 677-688. doi: 10.1080/17451000.2015.1007873
- Deniz, N. & Tas, S. (2009). Seasonal variations in the phytoplankton community in the north-eastern Sea of Marmara and a species list. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89: 269-276. doi: 10.1017/S0025315409003117
- Esenkulova, S. & Luinenburg, O. (2014). Observations of *Heterosigma akashiwo* bloom and associated wild salmon lethargic behaviour in Cowichan Bay, Canada. *Harmful Algae News*, 50: 16-18.
- Haigh, N. & Esenkulova, S. (2013). Economic losses to British Columbia salmon aquaculture industry due to harmful algal blooms, 2009-2012. PICES Scientific Report, No: 47, pp. 2-6.
- Hallegraeff, G.M. (2002). Aquaculturists' guide to harmful Australian Microalgae. 2nd ed. Tasmania, Australia, 135 pp.
- Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M. & Cembella, A.D. (2003). Manual on harmful marine microalgae. UNESCO, France, pp. 511-562.
- Kempton, J., Kepler, C.J. & Levitus, A. (2008). A novel *Heterosigma akashiwo* bloom extending from a South Carolina bay to offshore waters. *Harmful Algae*, 7: 235-240. doi: 10.1016/j.hal.2007.08.003
- Keppler, C.J., Hoguet, J., Smith, K., Ringwood, A.H. & Lewitus, A.J. (2005). Sublethal effects of the toxic alga *Heterosigma akashiwo* on the southeastern oyster (*Crassostrea virginica*). *Harmful Algae*, 4: 275-285. doi: 10.1016/j.hal.2004.05.002
- Khan, S., Arakaw, O. & Onoue, Y. (1996). Neurotoxin production by a chloromonad *Fibrocapsa japonica* (Raphidophyceae). *Journal of the World Aquaculture Society*, 27: 254-263. doi: 10.1111/j.1749-7345.1996.tb00607.x
- Koray, T. (2004). Potentially Toxic and Harmful Phytoplankton Species Along the Coast of the Turkish Seas. *Harmful Algae*, 2002. In: Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R. & Vargo, G.A. (Eds.), pp. 335-337. Biogeography and regional events sessions. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.
- Mendez, S.M., Akselman, R. & Tomas, C.R. (2010). First report of *Heterosigma akashiwo*, *Fibrocapsa japonica* and *Chattonella marina* var. *antiqua* in Uruguay. *Proceedings of the 14th International Conference on Harmful Algae*, 1-5 November 2010. Hersonissos, Crete, pp. 123-125.
- Orlova, T., Morozova, T., Kameneva, P. & Shevchenko, O. (2010). *Harmful algal blooms on the Russian east coast and their possible economic impacts*. PICES Scientific Report, No: 47, pp. 41-58.
- Parsons T.R., Maita Y. & Lalli C.M. (1984). A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Oxford, UK: Pergamon Press.
- Rensel, J. (2007). Fish kills from the harmful alga *Heterosigma akashiwo* in Puget Sound: Recent blooms and review. A technical report. National Oceanic and Atmospheric Administration Center for Sponsored Coastal Ocean Research (CSCOR), 58 pp.
- Rensel, J.E., Haigh, N. & Tynan, T.J. (2010). Fraser river sockeye salmon marine survival decline and harmful blooms of *Heterosigma akashiwo*. *Harmful Algae*, 10: 98-115. doi:10.1016/j.hal.2010.07.005
- Smayda, T.J. (1998). Ecophysiology and bloom dynamics of *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae). Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms. In: Anderson, D.M., Cembella, A.D., & Hallegraeff, G.M. (Eds.) Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 113-131.
- Shikata, T., Yoshikawa, S., Matsubara, T., Tanoue, W., Yamasaki, Y., Shimasaki, Y., Matsuyama, Y., Oshima, Y., Jenkinson, I.R. & Honjo, T. (2008). Growth dynamics of *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae) in Hakata Bay, Japan. *European Journal of Phycology*, 43: 395-411. doi:10.1080/09670260801979295
- Shimada, M., Murakami, T.H. & Imahayashi, T. (1983). Effects of sea bloom, *Chattonella antiqua*, on gill primary lamellae of the young yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. *Acta Histochemica et Cytochemica*, 16: 232-244. doi: 10.1267/ahc.16.232
- Sur, H.I. Okus, E., Sarıkaya, H.Z., Altıok, H., Eroğlu V. & Öztürk, I. (2002). Rehabilitation and water quality monitoring in the Golden Horn. *Water Science and Technology*, 46: 29-36.
- Tas, S. & Okus, E. (2003). The effects of pollution on the distribution of phytoplankton in the surface water of the Golden Horn. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 9: 163-176.
- Tas, S., Yilmaz, I.N. & Okus, E. (2009). Phytoplankton as an indicator of improving water quality in the Golden Horn Estuary. *Estuaries and Coasts*, 32: 1205-1224. doi: 10.1007/s12237-009-9207-3
- Tas, S. & Okus, E. (2011). A review on the bloom dynamics of a harmful dinoflagellate *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller in the Golden Horn Estuary. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 673-681. doi: 10.4194/1303-2712-v11_4_03
- Tas, S. (2015). A prolonged red tide of *Heterocapsa triquetra* (Ehrenberg) F. Stein (Dinophyceae) and phytoplankton succession in a eutrophic estuary (Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 16: 621-627. doi: 10.12681/mms.1049
- Tas S. & Yilmaz I.N. (2015). Potentially harmful microalgae and algal blooms in a eutrophic estuary in the Sea of Marmara (Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 16: 432-443. doi: 10.12681/mms.1042
- Taylor, F.J.R. & Haigh, R. (1993). The Ecology of Fish-Killing Blooms of the Chloromonad Flagellate *Heterosigma akashiwo* in the Strait of Georgia and Adjacent Waters. In: Smayda, T.J., & Shimizu, Y. (Eds.), pp. 705-771. Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea. Elsevier, Amsterdam
- Tomas, C.R. (1997). Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press: San Diego, USA, 858 pp.
- Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt int Ver Theor Angew Limnologie*, 9: 1-38.
- Uysal, Z. & Unsal, M. (1996). Spatial distribution of net diatoms along adjacent of different origin. *Turkish Journal of Botany*, 20: 519-527.
- Wang, L., Yan, T. & Zhou, M. (2006). Impacts of HAB species *Heterosigma akashiwo* on early development of the scallop *Argopecten irradians* Lamarck. *Aquaculture*, 255(1-4): 374-383. doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.11.057
- Yu, J., Yang, G. & Tian, J. (2010). The effects of the harmful alga *Heterosigma akashiwo* on cultures of *Schmackeria inopinus* (Copepoda, Calanoida). *Journal of Sea Research*, 64: 287-294. doi: 10.1016/j.seares.2010.04.002
- Zhang, Y., Fu, F.X., Whereat, E., Coyne, K.J. & Hutchins, D.A. (2006). Bottom-up controls on a mixed-species HAB assemblage: A comparison of sympatric *Chattonella subsalsa* and *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae) isolates from the Delaware Inland Bays, USA. *Harmful Algae*, 5: 310-320. doi: 10.1016/j.hal.2005.09.001

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Kırmızı Benekli (*Salmo trutta* sp.) Alabalık yumurtalarının inkübasyonu ve yavruların beslenmesi üzerine bir araştırma

A study on incubation of Brown Trout (*Salmo trutta* sp.) eggs and feeding of fry

Erdoğan Güven¹ • Mustafa Yıldız^{1*} • M.Ali Baltacı²

¹İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Ordu cad., No:200, 34470 Laleli-İstanbul, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi, Araştırma ve Uygulama Birimi, Kurtköy, Sapanca-Sakarya, Türkiye

* Corresponding author: musstar@gmail.com

Received date: 02.05.2016

Accepted date: 15.06.2016

How to cite this paper:

Güven, E., Yıldız, M. & Baltacı, M.A. (2016). A study on incubation of Brown Trout (*Salmo trutta* sp.) eggs and feeding of fry (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 209-216. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.04

Öz: Bu çalışmada, kırmızı benekli alabalıklardan yumurta alımı, kuluçka başarısı ve elde edilen yavruların yaşama oranı ile başlangıçtaki beslenmeleri incelenmiştir. Anaç balıklar (300-350 g) Sapanca Akçay deresinden 2008 yılının temmuz ayında yakalanmış ve İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin Adapazarı ilinde bulunan Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi, Araştırma ve Uygulama Birimi'ne getirilmiştir. Balıklar fiberglas tanklarda adaptasyona alınmış ve taze gökkuşuğu alabalığı eti ile yeme alıştırıldıktan sonra 9 mm büyüklüğündeki pelet anaç yemi ile beslenmişlerdir. Anaçların ağırlıkları 2009 yılının haziran ayında yaklaşık olarak 2500-3000 g'a ulaşmışlardır. 2010 yılının mart ayının başında yapılan sağımlı işleminde bir anaçtan yaklaşık olarak 3000 adet yumurta alınarak yine kırmızı benekli erkek anaçtan alınan spermle döllenmiştir. Yumurtaların 21. günde gözlenmeye ve 30. günde açılmaya başladıkları belirlenmiştir. Sağımdan itibaren ölü ve döllenmemiş yumurtaların sayımları yapılmış ve yaklaşık olarak %74 oranında yumurtalarda açılımın gerçekleştiği hesaplanmıştır. Besin keselerini tüketen yavrular aynı inkübatörlerde ve her birinde 600 adet yavru olacak şekilde üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup yavrular başlangıç yemi olarak tuzla karidesi (*Artemia* sp.) ile yedinci haftadan itibaren mikrodiet (300, 500 ve 750µm) ve ekstrüde yemle (1mm) beslenmişlerdir. İkinci grup yavrular başlangıçta sadece 300µm'lik mikrodietle ve ilerleyen aşamalarda daha büyük boyutlu ekstrüde yemlerle beslenmişlerdir. Üçüncü grup yavrularına ise başlangıçta bir ay süresince taze kuzu karaciğeri ezilerek verilmiş ve devam eden aşamalarda diğer gruplara benzer şekilde mikrodiet ve ekstrüde yemle beslenmeye devam edilmiştir. Yavrulara günlük olarak doyuncaya kadar sık aralıklarla yem verilmiştir. Balıkların beslendikleri tanklara Araştırma Birimi'nde kullanılan su verilmiş ve ortalama su sıcaklığı 11,5°C, pH 7,86 ve çözünmüş oksijen değeri 9,6 mg/L olarak kaydedilmiştir. Araştırmanın sonunda yapılan hesaplamalarda 1. grupta 77 adet, 2. grupta 104 adet ve 3. grupta ise 123 adet olmak üzere toplam 304 yavrunun öldüğü görülmüştür. Sonuç olarak doğadan yakalanarak kültür ortamına adapte edilen birinci kuşak kırmızı benekli alabalık yumurtalarının inkübasyonu başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Ancak yavruların başlangıç beslemeleri ile ilgili daha ayrıntılı bilgilerin elde edilebilmesi için araştırmaların devam etmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kırmızı benekli alabalık, anaç yetiştiriciliği, yumurta inkübasyonu, yaşam oranı, yavru beslenmesi

Abstract: In this study, spawning, incubation success or survival rate of brown trout and initial feeding of fry were investigated. The wild broodstock in this study were caught in Akçay river in Sapanca. In July 2008, 7 female and 1 male fish with a body weight between 300-350 g were brought to the Istanbul University, Faculty of Fisheries Sapanca Inland Waters Research Center (Adapazarı, Turkey). These fish were kept in fiberglass adaptation tanks and were fed fresh rainbow trout meat. During this period, fish were fed with 9 mm pelleted feed. In June 2009, when fish had reached an average weight of 2500-3000 g, the first biometric measurements on the fish were performed. In early March 2010, about 3000 eggs were stripped from one female broodstock and sperms from the male brown trout. After the fertilization, the eggs were placed in horizontal incubators. The eye development started on the 21st day and hatching began on the 30th day. Hatching was found to be approximately 74%. When fish run out of their yolk sac, fry were divided into three groups of 600 individuals per tank and kept under same incubation conditions. Fry were fed feeds such as *Artemia* sp., fresh lamb liver, microdiets (300, 500 and 700µm) and extruded pellet feed (1mm). For the first group, fry were started on *Artemia* for seven weeks and continued on microdiets and extruded pelleted feed. For the second group, fry were started on microdiets and continued on extruded pellet feed. For the third group, fry were started on fresh lamp liver for a month and continued as the other groups. Fry were fed multiple times a day to satiation. Water used in the experimental tanks was from the research center. Average parameters recorded included water temperature of 11.5°C, pH of 7.86 and DO of 9.6 mg/L. At the end of the experimental period, the number of dead fry were 77, 104 and 123 in the first, second and third groups respectively. In conclusion, the present study indicated that the first generation eggs incubation from wild broodstock brown trout adapted to culture conditions successfully. However, further studies on the first feeding at the fry stage are encouraged.

Keywords: Brown trout, broodstock culture, egg incubation, survival, fry nutrition

GİRİŞ

Ülkemizde yaygın olarak bulunan kırmızı benekli alabalık (*Salmo trutta*) (Geldiay, 1968; Geldiay ve Balık, 1988) koruma altında olmasına rağmen özellikle bazı bölgelerde sportif ve farklı amaçlarla (insanlarda mide ülseri, kırık-çıkık ve son zamanlarda kanserli hastaların tedavisi için) parmak boydan başlayarak yoğun bir şekilde avcılığı yapılmaktadır. Ayrıca meteorolojik koşulların değişim göstermesi, kaynak sularının artan nüfus yoğunluğundan dolayı içme suyu olarak kullanılması ve kaynak sularındaki kirliliğin artması nedenlerinden dolayı yerli türlerimizden biri olan kırmızı benekli alabalığın doğal stokları giderek hızla tükenmektedir. Bilindiği gibi türün doğal stoklarını besleyebilmesi için üreme biyolojisine uygun su kaynaklarının olması gerekir. Ancak çalışmanın yapıldığı Sapanca bölgesindeki su kaynaklarının rejimi, son yıllarda yağışlara bağlı olarak oldukça değişkenlik göstermektedir. Bu nedenlerle balıkların üreme performansının doğal stoklarını besleyemediği bilinmektedir.

Kırmızı benekli alabalığın doğal popülasyonlarının korunması amacıyla kontrollü koşullarda yumurtadan itibaren yavru üretimi gerçekleştirilmelidir. Bu yavrular su kaynaklarındaki olumsuzluklara karşı direnç gösterecek büyüklüğe ulaştıktan sonra stokları beslemek amacıyla doğaya bırakılmalıdır. Ülkemizde doğal alabalıkların üreme biyolojisi (Karataş, 1990; Yanar vd., 1987; Alp vd., 2003, 2010; Arslan ve Aras, 2007; Arslan ve Yıldırım, 2007; Arslan vd., 2007; Yıldırım ve Arslan, 2007), taksonomisi (Ekingen, 1976; Kalkan ve Erdemli, 1994; Balık, 1988), stokların tespiti (Küçük vd., 1995), kontrollü koşullarda yetiştirilmesi (Tabak vd., 2001; Çakmak vd., 2009; Aksungur vd., 2005; Firdin vd., 2009; Başçınar ve Çakmak, 2009) ve beslenmeleri (Arslan vd., 2012; Atasever vd., 2014) ile ilgili farklı araştırmalar yürütülmüştür/yürütülmektedir. Ancak, doğal alabalıkların yetiştiriciliğinde anaçlardan yumurta alınması ve yavru beslenme aşamasında önemli sorunların yaşandığı bilinmektedir.

Bu araştırmada, kırmızı benekli alabalıkların yumurta verimi, yumurtaların döllenme oranı, açılma oranı ve yavruların yaşama oranı ile erken yavru dönemindeki beslenmeleri incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Anaçların yakalanması, bakımı ve beslenmesi

Araştırmada kullanılan anaç balıklar 2008 yılının temmuz ayında Sakarya ili, Sapanca ilçesine bağlı Fevziye köyü Akçay deresinden serpmeye ağı ile yakalanmıştır. 2008 yılının temmuz ayında doğadan yakalanan ve ortalama ağırlığı 300-350 g olan 7 adet dişi ve 1 adet erkek balık İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Sapanca İçsu Ürünleri Üretimi, Araştırma ve Uygulama Birimi'ne oksijen donanımlı canlı balık taşıma tankıyla getirilmiştir. Bu balıklar önceden hazırlanmış olan 3 metre küp hacmindeki üstü ağ ile örtülü fiberglas tanklarda adaptasyona alınmıştır. Balıklar tanklara konulduktan dört gün

sonra taze gökkuşağı alabalığı etiyile beslenmeye başlanmış, ancak balıkların tank ortamında çok sınırlı yem aldıkları izlenmiştir. Onuncu günden itibaren balıklara taze balık eti ile birlikte ekstrüde gökkuşağı alabalık yemi verilmeye başlanmıştır. Doğal alabalıkları kültür ortamına ve yem almaya alıştırmak düşüncesiyle 8 adet kırmızı benekli alabalık ile 23 adet anaç adayı gökkuşağı alabalığı 6 metre küp fiberglas tanka birlikte konulmuş ve üzeri ağla örtülerek izlenmeye alınmıştır. Bu aşamada balıklar üç haftalık süreyle taze diyet ve 9 mm büyüklüğündeki anaç yemiyle beslenmeye devam edilmiştir. Üçüncü haftanın sonunda balıklara sadece pelet yem verilmeye başlanmıştır. Deney tanklarında, kuyudan alınan ve kaskadeden geçirilen su kullanılmıştır. Balıklar tank ortamında beslenmeye alıştırılmıştır.

Kuluçka faaliyetleri

2009 yılının kasım ayından başlayarak anaçların yumurta ve sperm gelişimleri her hafta düzenli olarak yapılan kontrollerle izlenmiştir. Döllenen yumurtalar yatay Kaliforniya tipi inkübatörlerde inkübe edildi. Yumurtaların inkübasyonunda da anaç tanklarına verilen kuyu suyu kullanılmıştır. Anaçların yumurta verimi volümetrik yöntemle belirlenmiştir. Yumurtaların döllenme ve açılma oranları, doğrudan ölü yumurtaların sayılması yöntemiyle hesaplanmıştır. Yavruların yaşama oranları ise yumurtadan çıkışlarından itibaren yeme alıştırlıncaya kadar geçen sürede tanklardaki ölü balıkların sayılması yöntemiyle hesaplanmıştır.

Yavruların beslenmesi ve büyümelerinin hesaplanması

Besin keselerini tüketen yavrular aynı inkübatörlerde ve her birinde 600 adet yavru olacak şekilde üç gruba ayrılmıştır. Birinci gruba (1.grup) canlı yem olarak ilk iki hafta tuzla karidesi (*Artemia sp.*) nauplii, üçüncü haftadan itibaren yedinci haftaya kadar metanauplii + ekstrüde yem (300µ) ve geri kalan dönemde sırasıyla sadece 500 µ, 700 µ ve 1mm'lik ekstrüde yemler kullanıldı. İkinci gruba (2. grup) başlangıçta sadece 300 µ ekstrüde yem verildi ve ilerleyen aşamalarda 500 µ, 700 µ ve 1mm'lik ekstrüde yemler kullanıldı. Üçüncü gruba (3. grup) ise başlangıçta bir ay süresince taze kuzu karaciğeri ezilerek verilmiştir ve devam eden aşamalarda diğer gruplarda olduğu gibi 300µ, 500 µ, 700 µ ve 1mm'lik ekstrüde yemlerle beslenmeye devam edilmiştir (Tablo 1). Yavrular yem almaya başladıktan sonra ad libitum olarak beslenmiştir. Balıkların büyümeleri deney başlangıcında ve deney sonundaki ağırlıklarının saptanmasıyla (Ağırlık artışı = deney sonundaki ağırlık - deney başlangıcındaki ağırlık) hesaplanmıştır. Yavruların beslenme deneyleri 26 Nisan 2010 tarihinde başlatılarak, 2 Ağustos 2010 tarihinde tamamlanmış ve toplam 98 gün sürmüştür. Anaçların tartımları 0.1 g'a ve yavruların ağırlıkları 0.01 g'a duyarlı hassas terazilerle bireysel olarak yapılan tartımlarla bulunmuştur.

Tablo 1. Balıkların beslenme programı**Table 1.** Fish feeding program

Deney grupları	Beslenme programı						
	0-14.gün	14-28.gün	28-42.gün	42-56.gün	56-70.gün	70-84.gün	84-98.gün
1. Grup	Artemia nauplii	Artemia metanauplii + 300µ		500µ	500µ+700µ	700µ	1 mm
2. Grup	300µ			500µ	500µ+700µ	700µ	1 mm
3. Grup	Taze kuzu karaciğeri		300µ	500µ	500µ+700µ	700µ	1 mm

Araştırma süresince yumurta inkübasyonunun gerçekleştirildiği ve yavruların büyütüldüğü inkübatör tanklarında kullanılan su miktarı, yumurta miktarı, yavruların büyüklüğü ve sayısına bağlı olarak ayarlanmıştır. Kullanılan sudaki sıcaklık (°C), çözünmüş oksijen miktarı (mg/l) ve pH değerleri kontrollü ve akarsu sistemi kullanılması nedeniyle 15 günlük periyotlarda WTW pH/Oxi340i/SET dijital multiparametre cihazıyla yapılan ölçümlerle kaydedilmiştir.

Araştırmada 300µ, 500µ, 700µ (Trouvit Yem, Skretting, Fransa) ve 1mm'lik (Çamlı Yem, İzmir, Türkiye) yemler kullanılmıştır. Kuzu karaciğeri yöredeki kasaplardan temin edilmiştir ve mikserden geçirilerek yavruların tüketebileceği şekilde homojen hale getirilmiştir. *Artemia* sp. yumurtaları ise ülkemizde ticari olarak satan firmalardan temin edilmiştir. Yumurtalar Sapanca Araştırma Birimi'nde kullanılan zuger şişelerine konularak, %35 tuzluluk ve 28°C sıcaklıktaki suda 36-40 saat içerisinde açılımları sağlanmıştır.

Kimyasal analizler

Yavruların büyütülmesinde kullanılan yemlerin besin maddeleri miktarı İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Yem Analiz Laboratuvarında AOAC (1995)'de belirtilen yöntemlere göre analiz edilerek; yemlerdeki kuru madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz ve ham kül miktarları bulunmuş ve azotsuz ekstrakt maddelerinin oranları ise hesaplama yoluyla (Arthur ve Phillips, 1972) elde edilmiştir. Yemlerdeki kuru madde miktarını saptamak için analize hazır hale getirilmiş yemler 105°C'deki kurutma dolabında 4 saat süreyle kurutulmuş ve ham kül tayini için 550°C'deki kül fırınında 6 saat süreyle yakılmıştır. Ham protein tayini için Kjeldahl metodu uygulanarak (Nx6.25) hesaplanmış ve ham yağ oranı Soxhlet tekniğiyle dietileter kullanılarak bulunmuştur. Yapılan bütün analizler üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Anaç balıkların adaptasyonu, yumurtaların elde edilmesi ve döllemesi

Araştırma birimindeki 3 m³'lük adaptasyon tankına yerleştirilen anaç adaylarının tanka konulduklarında stresli oldukları ve tank içerisinde hızlı ve ani hareketlerde bulundukları gözlenmiştir. Bununla birlikte balıkların bir aylık süre içerisinde tank ortamına alıştıkları görülmüştür. Yaklaşık olarak bir ay süresince balıkların isteksiz yem alma davranışlarının devam ettiği izlenmiştir. Doğal balıkların gökkuşuğu alabalıkları ile adaptasyon amacıyla aynı tanka

konulmasından bir hafta sonra tank ortamındaki düzensiz ve rastgele olan hareketleri göstermedikleri ve gökkuşuğu alabalıklarıyla tamamen uyum içerisinde yaşadıkları belirlenmiştir. Bu aşamada çoğunlukla taze balık etinin gökkuşuğu alabalıkları tarafından tüketildiği ve kırmızı benekli alabalıkların ise zaman içerisinde pelet yemi tüketmeye alıştıkları görülmüştür. 2010 yılı mart ayı başında (2 Mart) yapılan kontrollerde, 3350 g'lık bir adet kırmızı benekli dişi balığın yumurtalarının olgunlaştığı ve sağım yapılabilecek safhada olduğu belirlenmiştir. Bu balıktan sağım yoluyla yaklaşık olarak 3000 adet yumurta elde edilmiştir. Bu yumurtalar 2370 g ağırlığındaki kırmızı benekli balıktan sağılan ve yaklaşık 1 ml olan sperm ile döllemiş. Döllenen yumurtalar bir adet inkübatöre yerleştirilmiştir.

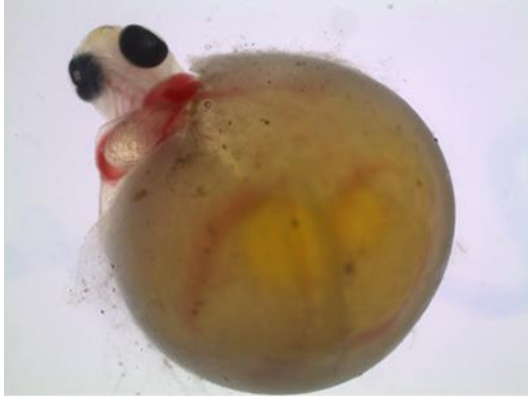
Yumurtaların inkübasyonu

İnkübatöre alınan yumurtaların çapı 4,5 mm olarak ölçülmüştür. İnkübasyon sistemine 0,2 L/sn debi ile su akışı sağlanmış ve kullanılan suyun sıcaklığı 11,5±0,5°C, pH 7,86 ve çözünmüş oksijen 9,6 mg/L olarak ölçülmüştür. Yumurtalar ilk gözlü evreye 21. günden (21 gün x 11,5°C = 241,5 gün-derece) itibaren ulaşmıştır (Şekil 1). Yaklaşık olarak bir haftalık sürede bütün yumurtaların gözlü safhaya ulaştığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Gözlü yumurta
Figure 1. Eyed eggs

Yumurtalar ilk olarak 30. günde (30 gün x 11,5°C = 345 gün-derece) açılmaya başlamıştır (Şekil 2). Yumurtaların tamamının açılması ise 38. günde (38 gün x 11,5°C = 437 gün-derece) tamamlanmıştır.



Şekil 2. Yumurtaların açılması
Figure 2. Hatching of eggs

Yumurtaların döllenmesinden başlayarak gözlü safhaya kadar (02-22 Mart, 2010) 54 ölü, gözlü safhadan açılıncaya kadar geçen sürede (22-31 Mart 2010) 259 ölü ve devam eden 31 Mart-25 Nisan 2010 tarihleri arasında ise toplam 621 ölü (100 yavru, 521 gözlenme belirtisi gösteren ancak açılmayan yumurta) yumurta ve yavru toplanmıştır. Bu süre içerisindeki kayıpların (yumurta, gözlü yumurta, yavru) toplamı 934 adet olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar yumurtaların %74 oranında açıldığını göstermiştir (Tablo 2). İlk kez 48. günde yavru arasında yüzenlerin olduğu görülmüş ve tamamının 57. günde yüzmeye başladığı belirlenmiştir.

Tablo 3. Deney balıklarının yaşam oranı ve büyüme değerleri
Table 3. Survival and growth parameters of trial fish

Deney grupları	Başlangıç ağırlığı (mg)	Deney sonu ağırlığı (mg)	Ağırlık artışı (mg)	Yavru ölümü (adet)	Yaşam oranı (%)
1.grup	82,4	2685,4	2603,0	77	87,17
2.grup	82,4	2895,0	2812,6	104	82,67
3.grup	82,4	3110,2	3027,8	123	79,5

Araştırmada kullanılan yemler ve besin madde miktarları

Araştırmada kullanılan yemler ve besin maddeleri oranı Tablo 4'te sunulmuştur. Tablo incelendiğinde ham protein oranlarının 300µ yemden başlayarak 1 mm büyüklüğündeki

Tablo 2. Yumurtaların açılım oranı ve vitellüs keseli yavru ölümü
Table 2. Hatching rate and death at the yolk sac stage

Dölenen yumurta sayısı (adet)	Gözlenmiş yumurta		Yumurta açılımı		Vitellüs keseli yavru ölümü	
	Sayı (adet)	Oranı (%)	Sayı (adet)	Oranı (%)	Sayı (adet)	Oranı (%)
3000	2946	98,2	2220	74	100	4,5

Bu sürede yapılan incelemelerde yavruların vitellüslerini tamamen tükettikleri belirlenmiştir. Vitellüs keselerini absorbe eden yavruardan toplam 200 adedi tartılarak ortalama bireysel ağırlıkları 82,4 mg olarak saptanmıştır.

Yemleme deneylerinin sonunda 1. grup, 2. grup ve 3. grupta yapılan tartımlarda, gruplara göre balık ağırlıkları sırasıyla 2685,4 mg, 2895,0 mg ve 3110,2 mg olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Yavru ölümünün çoğunlukla yemlemenin ilk iki haftası içerisinde olduğu görülmüştür. Bu süreçteki yavru ölümleri gruplara göre sırasıyla 22, 19 ve 28 adet olarak gerçekleşmiştir. İkinci haftadan sonra yemleri tam olarak almaya başlamalarıyla birlikte ölümlerde azalma görülmüştür. Araştırmanın sonunda yapılan hesaplamalarda 1. grupta 77, 2. grupta 104 ve 3. grupta 123 adet olmak üzere toplam 304 yavru ölümü olduğu hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda yaşam oranı en yüksek 1. grupta ve en düşük 3. grupta bulunmuştur.

yeme doğru aşamalı olarak azaldığı görülmüştür. Ham yağ oranları 500µ yem dışında diğer yemlerde çok yakın oranlarda bulunmuştur. Ham selüloz oranları 300, 500 ve 750 µ yemlerde yakın değerlerde, ancak 1 mm'lik yemde ise daha yüksek değerde bulunmuştur.

Tablo 4. Araştırmada kullanılan yemlerin besin maddeleri miktarı
Table 4. Chemical composition of the feeds used in the experiment

Besin maddeleri (%)	Yemler				
	300µ	500 µ	750 µ	1 mm	Kuzu karaciğeri
Nem	7.81	8.46	8.23	9.12	66.43
Ham protein	58.63	57.82	56.46	52.41	24.72
Ham yağ	17.14	15.95	17.59	17.43	2.42
Ham kül	10.13	9.58	9.23	9.34	1.63
Ham selüloz	0.96	0.76	0.86	1.22	-
Azotsuz öz maddeler	5.34	8.09	7.66	10.50	5.08

TARTIŞMA VE SONUÇ

Kırmızı benekli alabalığın cinsel olgunluğa erişme yaşı tam olarak saptanamamıştır. Bu durumun göller yada akarsular arasındaki popülasyon durumlarına ve besin koşullarına bağlı olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir (Groot, 1996). Erkek ve dişi kahverengi alabalıklarda cinsi olgunluğa ulaşma yaşı sırasıyla +2 - +5 ve + 3 - +6 olarak bildirilmiş ve İngiltere’de anadrom kahverengi alabalıkların 7–10 yaşında cinsi olgunluğa eriştikleri kabul edilmiş ve balıkların sonbahar sonu ile erken kış mevsiminde yumurta bıraktıkları belirtilmiştir (Groot, 1996). Başka literatürlerde kahverengi alabalıkların cinsi olgunluk yaşı 1-4 (Emre ve Kürüm, 2007) ve 2–4 (Geldiay ve Balık, 1988) olarak belirtilmiştir. Aynı araştırmacılar kahverengi alabalıkların yumurtalarını eylül–aralık ayları arasında bıraktıklarını bildirmişlerdir. Arslan ve Aras (2007) Çoruh Nehri Havzası’nda bulunan Anuri ve Cenker çaylarında yaptıkları bir araştırmada, kahverengi alabalıkların üreme yaşlarının 1,99-3,22 yıl ve üreme zamanının eylül ve ekim ayları olduğu rapor edilmiştir. Yıldırım ve Arslan (2007) aynı havzada bulunan Kan Çayı’nda yaptıkları bir çalışmada, erkek bireylerin 2 yaşında ilk üreme olgunluğuna ulaştıkları ve 4 yaşında tüm bireylerde bu olgunluğun tamamlandığı ve dişi örneklerde ise 3 yaşında ilk üreme olgunluğunun saptandığı ve tüm dişi bireylerin 5 yaşında üreme olgunluğuna ulaştıkları belirtilmiştir. Demir vd. (2010) kırmızı benekli alabalık için üreme mevsimini Aksu Deresi’nde aralık ayının ikinci yarısı, Eşen Çayı, Alakır ve Alara Dere’lerinde ocak ayı sonu ile şubat ayının ilk haftaları olarak bildirmişlerdir.

Araştırmamızda kullanılan anaçların yaşları tam olarak bilinmemekle beraber, sağımlı sırasında dişi balığın bireysel ağırlığı 3,4 kg ve erkek balığın bireysel ağırlığı 2,4 kg olarak saptanmıştır. Bu balıkların doğada fazla büyüme göstermedikleri ve en fazla 0,5–1,0 kg ağırlığa ulaştıkları belirtilmiştir (Emre ve Kürüm, 2007). Yıldırım ve Arslan (2007) Çoruh Nehri’nin yukarısında bulunan Kan Çayı’nda yaptıkları araştırmada, kahverengi alabalık örneklemelerinde en büyük erkek ve dişilerin sırasıyla 197,28 g ve 224,92 g olduğunu bildirmişlerdir. Balıkların büyümeleri, yaşadıkları ortamdaki besinlerin bulunma durumuna ve yaşadıkları suyun asidik ve bazik olma koşullarına göre farklılık gösterir. Groot (1996) besinin yetersiz olduğu asidik göllerde yaşayan balıklar maksimum 0,2-2,0 kg ağırlığa ulaştıklarını bildirmiştir. Aynı araştırmada besin koşullarının elverişli olduğu alkali ve siğ göllerde ise balıkların 7 yaşında 2-3 kg ağırlığa ulaşabildikleri belirtilmiştir. İngiltere’de doğada avlanan kahverengi alabalıkların ortalama ağırlıkları 4,5–6,8 kg arasında olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca günümüze kadar en büyük kahverengi alabalığın 1866 yılında İskoçya’da Loch Awe’de yakalandığı ve bu balığın 102,9 cm uzunluğunda ve 17,8 kg ağırlığında olduğu belirtilmiştir (Scott ve Crossman, 1973).

Yapılan bu araştırmada, kullanılan anaç balıklar (8 adet) Akçay Deresi’nden yakalandıklarında ağırlıkları 300–350 g oldukları saptanmıştır. Kontrollü koşullarda belli bir program içerisinde ticari yemlerle beslenmeleri sonucunda 18 aylık bir sürede 1060–4030 g ağırlığa ulaştıkları görülmüştür. Bu sonuç

yukarıdaki balık büyüklükleriyle karşılaştırıldığında yeterli beslenmenin ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Bu nedenle araştırmamızda kullanılan balıkların yukarıda verilen literatürlerde belirtilen balıklarla karşılaştırma yapmanın yanıltıcı olacağı düşünülmüştür. Çünkü balıklar doğal ortamda her zaman yeterli besin bulma şansına sahip değildirler.

Yaptığımız bu araştırmada, balıklar mart ayının başında yumurta ve sperm verme olgunluğuna ulaşmışlardır. Oysa literatürlere (Geldiay ve Balık, 1988; Emre ve Kurum, 2007; Groot, 1996; Alp vd., 2010) göre bu balıkların sonbahar sonu ve kış mevsimi başlangıcında (eylül–ocak ayları arasında) yumurta bıraktıkları bildirilmiştir. Arslan ve Aras (2007) Çoruh Nehri Havzasında yaptıkları bir araştırmada doğal ortamda balıkların eylül–ekim aylarında yumurta bıraktıklarını rapor etmişlerdir. Arslan ve Yıldırım (2007) Türkiye’nin Kuzey Doğu’sunda bulunan Kan Çayı’nda yaptıkları benzer araştırmada, kahverengi alabalıkların eylül ayında en yüksek gonad gelişimine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Yaptığımız bu çalışmada ise kış mevsiminin sonunda anaçlardan yumurta alınmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü birimde balıkların sürekli olarak üstü kapalı ve güneş görmeyen tanklarda, 11,5°C sabit su sıcaklığında tutulmaları, yumurtlamanın kış mevsimi yerine kış sonunda, gecikmeli olarak gerçekleşmesine sebep olduğu düşünülmektedir.

Salmo trutta türlerinde yumurta veriminin, dişi balıkların büyüklüğüne bağlı olduğu ve genellikle daha büyük balıkların daha çok yumurtaya sahip oldukları rapor edilmiştir. British Columbia’da Cowichan Nehri’nden tutulan 5 ve 6 yaşındaki balıkların her birisinin ortalama 2020 adet yumurta verdiği, balıklar arasında yumurta sayısının maksimum 10 bin adet gibi yüksek bir sayıya ulaştığı, yumurtaların sarı renkte ve yaklaşık 5-6 mm bir çapa sahip olduğu belirtilmiştir (Groot, 1996). Alp vd. (2010) iki alt tür (*Salmo trutta macrostigma* ve *S.t. labrax*) ile yaptıkları çalışmalarda birinci denemede ortalama ağırlığı 540 g (154-945 g) ve ikinci denemede ortalama ağırlığı 758 g (465-1540 g) olan kahverengi alabalıklar ile 641 g (515-780 g) olan Karadeniz alabalığı kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan kahverengi anaç balıkların fekonditeleri birinci deneyde ortalama 1350 adet yumurta/kg balık; ikinci denemede ise ortalama 1990 adet yumurta/kg balık; Karadeniz alabalığı için ise ortalama 1600 adet yumurta/kg balık olarak bildirilmiştir.

Demir vd. (2010) kırmızı benekli alabalıkların 3,0-4,2 mm çapında 1840-3200 adet/kg balık yumurta verdiğinden söz etmektedirler. Firdin vd. (2009) doğal ve kuluçka kökenli Karadeniz alabalıklarında yumurta verimi ve çapları hakkında yaptıkları çalışmada, bizim yaptığımız çalışmaya benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Farklı boy ve ağırlıktaki anaçlarda yumurta sayısı ve çapları da farklılık göstermektedir. Doğal alabalıklarda, ağırlıklarına göre ortalama yumurta sayısı ve çapları sırasıyla; 1435 g ağırlığındaki anaç 5,23 mm çapında 2644 adet yumurta, 1804,3 g ağırlığında olan anaç 5,3 mm çapında 3013 adet yumurta, 2217 g ağırlığındaki anaç balıkta 5,3 mm çapında 3730 adet yumurta verimi tespit ettiklerini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada kuluçkahane kökenli anaçlardan da benzer sonuçlar alınmıştır. Yumurta sayıları ve çapları doğal

anaçlarla kıyaslandığında, hem yumurta çapları daha büyük hem de yumurta sayısı daha fazla bulunmuştur. Örneğin; 2090 g ağırlığındaki kuluçkahane orijinli bir Karadeniz alabalığının 5,4 mm çapında 3980 adet yumurta verdiği ifade edilmektedir. Tatar (1983) Munzur alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pall.)'nin kontrollü koşullarda üretilmesi ile ilgili yaptığı çalışmada, Munzur nehrinden yakalanan alabalıkların 5,02 mm çapında ve vücut ağırlıklarının %20'si kadar yumurta verdiklerinden söz etmektedir. Arslan ve Aras (2007) Çoruh Nehri Havzası'nda kahverengi alabalıkları ile ilgili yaptıkları çalışmada, Anuri Çayı'ndaki balıkların fekonditesinin 106-669 değerleri arasında değiştiği ve ortalama olarak 308 olduğunu ve Cenker Çayı'nda yakaladıkları örneklerde ise fekonditenin 67-1250 arasında değiştiği ve ortalamanın 392 olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmamızda kullanılan anaç balığın fekonditesi (895,5 adet/kg balık) ve yumurta çapları (4,5 mm) yukarıdaki çalışmada belirtilen değerlerle benzerlik göstermiştir. Araştırmamızdaki yumurta sayısı Billard (1990)'ın bildirdiği sayının yarısı kadar olup bu durumun anaç balığın ilk kez yumurta vermesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Billard (1990) yumurtaların döllenmesinde birden fazla erkek balıktan sperm alınarak kullanılmasının daha yararlı olacağını ve ayrıca 3 ml spermin 1 litre yumurtaya ilave edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Araştırmamızda ise dişi balıktan alınan yumurtalar erkek balıktan alınan çok az miktardaki (yaklaşık 1 ml) spermle kuru yöntemle döllenmiştir, çünkü elimizde bulunan tek erkek anaçtan az miktarda sperm alınabilmiş ve bu az miktardaki spermle yapılan döllenmenin başarılı olduğu görülmüştür.

Kahverengi alabalıkların 6-9°C aralığındaki su sıcaklıklarında yumurta bırakmaya başladığı ve 12,8°C gibi yüksek sıcaklıkta da yumurtlamaya devam ettikleri ifade edilmiştir (Raleigh vd., 1986). Yaptığımız bu çalışmada 11,5±0,5°C sıcaklığında sabit kuyu suyu kullanılmıştır. Kahverengi alabalık türleri için bu sıcaklık Raleigh vd. (1986) tarafından yumurtlamanın başlaması için gerekli olan su sıcaklığı aralığından yüksek olmasına rağmen, yumurtlamanın olabileceğini ifade ettikleri sınır değerden (12,8°C) daha düşüktür. Kırmızı benekli alabalıkların doğal olarak yumurta bırakmaları için gerekli olan su sıcaklıkları farklı araştırmalara göre; 1-10°C (Elliot, 1981), 2-6°C (Alabaster ve Llyod, 1982), 9-13°C (Piper ve vd., 1982) ve 7-9°C (Raleigh ve vd., 1986) değerleri arasında bildirilmiştir.

Araştırmamızda, yumurta inkübasyonunda kullanılan suyun sıcaklığı (11,5±0,5°C) sabit tutulmuştur. Billard (1990) salmonidler için yumurta inkübasyonunda kullanılan su sıcaklığının 12-14°C'nin üzerine çıkmaması gerektiğini tavsiye etmektedir. Benzer şekilde Groot (1996) 11,2°C su sıcaklığını önermektedir. Bu araştırmalarda yumurtaların inkübasyonu için belirtilen uygun su sıcaklığı değerlerinin araştırmamızda kullanılan su sıcaklığı değerleri ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Yumurtaların inkübasyon süresi su sıcaklığına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Groot, 1996). Raleigh vd. (1986) *Salmo trutta* türünde embriyonik gelişme için optimal su sıcaklığı değeri olarak 2-13°C arasında ve tolerans seviye

aralığı için ise 0-15°C değerleri arasındaki su sıcaklıklarını rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar yumurtaların döllenmesinden itibaren doğal ortamlarda çakıl aralarında ilk açılım gösterdikleri ortalama inkübasyon zamanlarını su sıcaklığına bağlı olarak 1,9°C'de 134 gün ve 11,2°C'de 34 gün olarak belirtmişlerdir.

Elliot (1981) *Salmo trutta* yumurtalarının açılması için 1-10°C su sıcaklıklarında doğal ortamda ortalama 394 gün-dereceye gereksinim duyulduğunu rapor etmiştir. Billard (1990) *Salmo trutta* için 10°C'deki su sıcaklığında yumurtaların döllenmesinden açılıma kadar geçen sürenin 40 gün olduğunu bildirmiştir. Aynı tür için benzer sonuçlar farklı araştırmalarda da rapor edilmiştir (Stevenson, 1987; Barton, 1996; Brown, 1951). Alp vd. (2010) yaptıkları bir çalışmada kahverengi alabalık yumurtalarının 8,21°C su sıcaklığında 31. günde gözlü safhaya ulaştığını ve 50. günde açıldığını bildirmişlerdir. Aynı koşullarda inkübe edilen Karadeniz alabalığı yumurtalarının 25. günde gözlü safhaya ulaştığı ve 38-41. günlerde açıldığı belirtilmiştir. Firidin vd. (2009) Karadeniz alabalığı yumurtalarının 8,1°C sabit kaynak suyunda 24. günde gözlemlendiğini ve 37'nci günde açıldığını rapor etmişlerdir. Kocabaş vd. (2011) Abant alabalığı (*Salmo abanticus*) ile yaptıkları bir çalışmada, 7,7-11,5°C sıcaklığındaki suda 27 günde (330 gün-derece) yumurtaların gözlemlendiğini ve 54. günde (589 gün-derecede) açıldığını bildirmişlerdir. Hazar kahverengi alabalığı (*Salmo trutta caspius*) ile yapılan çalışmada (Kocabaş vd., 2012) ise yumurtaların 8,6-10,5°C su sıcaklığında 26. günde (221 gün-derece) gözlemlendiğini ve 44. günde (409 gün-derece) açıldığını belirtilmiştir. Demir vd. (2010) kırmızı benekli alabalıkların yumurtalarının 10,5-10,9°C su sıcaklığında 370-380 gün-derecede açıldığını rapor etmişlerdir. Yukarıdaki araştırmalarda belirtilen sonuçlar ile yaptığımız çalışmada elde edilen sonuçlar arasında benzerlik olmakla birlikte, yaptığımız deneyde kullanılan suyun sıcaklığının yüksek olması nedeniyle ilk gözlü evreye 21. günde ve bütün yumurtaların gözlü safhaya ulaşması 28. günde gerçekleşmiştir. Yumurtaların 30. günde açılmaya başladığı ve açılma işleminin 38. günde (437 gün-derece) tamamlandığı saptanmıştır. Erken gözlenme ve açılmanın, inkübasyonda kullanılan suyun daha sıcak olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmamızda elde edilen yavru lar yaklaşık olarak yumurtaların döllenmesinden itibaren 57. günde vitellüs keselerini tüketmişlerdir. Brown (1951) yaptığı bir çalışmada 11°C'de kahverengi alabalık yumurtalarını inkübe etmiş ve yavruların 70. günde vitellüs keselerini absorbe ederek yem almaya başladığını belirtmiştir. Aynı balık türü ile yapılan başka bir çalışmada (Alp vd., 2010), yumurtalar 8,21°C'de inkübe edilmiş ve vitellüs keseli yavruların 86. günde serbest yüzmeye başladıkları rapor edilmiştir. Demir vd. (2010) kırmızı benekli alabalık yumurtalarını 10,5-10,9°C'ler arasında inkübe ederek yavruların yumurtaların döllenmesinden itibaren 63-66. günler arasında vitellüs keselerini absorbe ettikleri ve yem almaya başladıklarını bildirmişlerdir. Yukarıda sunulan araştırmalarda kullanılan su sıcaklıkları ve yavruların yem almaya başlama

süreleri ile araştırmamızda kullandığımız su sıcaklığı ve yavruların yem almaya başlama süresi arasında bir uyum olduğu görülmektedir.

Araştırmamızda besin keselerini tüketen yavrulara farklı yemler verilerek yaşam oranları ve büyümeleri takip edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda en yüksek yaşam oranı başlangıç aşamasından itibaren ticari mikrodietlerle beslenen 2. grupta gerçekleşmiştir. Deney sonunda yapılan tartımlarda ise en yüksek ağırlık artışının başlangıçta bir ay süreyle sadece ezilmiş kuzu karaciğeriyle beslenen balıklarda olduğu görülmüştür. Ancak tamamen ticari mikrodietlerle beslenen balıkların ağırlık artışı da 3. gruba yakın değerlerde bulunmuştur. Brown (1946) yavru besleme konusunda dünyada ilk yapılan çalışmaların birinde 86-104 mg arasındaki ağırlıklara sahip kahverengi alabalık yavrularına 231 gün süreyle ince kıyılmış karaciğer vermiş ve araştırmanın sonunda yavruların 1120-2180 mg ağırlıklara ulaştığını rapor etmiştir. Aynı araştırmacı ikinci bir çalışmada (Brown, 1951) kahverengi alabalık yavrularını, karaciğer ve Tubifeks'e karides unu, vitamin ve mineraller ilave ederek hazırladığı pasta şeklindeki yemle beslemiş ve balıkların normal gelişme gösterdikleri belirtilmiştir. Alp vd. (2010) *Salmo trutta macrostigma* ve *S.t. labrax* yavrularını başlangıçta 12 gün süreyle günde 3 kez olmak üzere sadece *Artemia* sp. nauplii ile beslemişler. Daha sonra 24 gün süreyle *Artemia nauplii* + ticari kuru yemle zenginleştirilmiş diyetle ve devamında yalnızca ticari yemle beslemişlerdir. Ortalama 110 günlük besleme sonunda kahverengi alabalık yavruları 3527,4 mg ve Karadeniz alabalığı yavruları 3680,2 mg ağırlığa ulaştıklarını bildirmişlerdir. Karadeniz alabalığı yavrularının ilk beslenmeleri ile ilgili yapılan benzer bir araştırmada (Başçınar ve Çakmak, 2010), yavrular sırasıyla sadece *Artemia*, sadece granül yem

ve *Artemia*+granül yem karışımı şeklinde üç farklı yemle beslenmişlerdir. Araştırmanın sonunda yavrularda en iyi gelişmenin *Artemia*+granül yem karışımı ile yapılan beslemede ve en kötü gelişmenin ise sadece *Artemia* ile yapılan beslemede görüldüğü rapor edilmiştir. Demir vd. (2010) kahverengi alabalık yavrularını farklı deneme koşullarında sadece 300-500 mikronluk ekstrude yemlerle ad libitum olarak beslemişler ve 100 günlük süreyle yapılan besleme sonucunda yavruların 366,6 mg ve 547,3 mg ağırlığa ulaştıklarını belirtmişlerdir. Yukarıda rapor ettiğimiz araştırmalarda görüldüğü gibi kahverengi alabalık, kırmızı benekli alabalık ve Karadeniz alabalığı yavrularının başlangıç beslenmelerinde ezilmiş karaciğer, Tubifeks, *Artemia* ve mikrodietler ya tek olarak ya da bir karışım şeklinde kullanılmışlardır. Araştırmamızda da benzer yemler farklı karışımlarla ve farklı sürelerde kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan balıkların gelişimlerinde de benzer sonuçlara rastlanmıştır. Özellikle büyük kapasitedeki işletmelerde ticari yemlerin kullanılması üretimi kolaylaştırmaktadır. Yaptığımız araştırmada kullanılan mikrodietlerin yavruların gelişme performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etki göstermedikleri görülmüştür. Bu sonucun yem teknolojisindeki gelişmelerle birlikte üretilen yüksek performanslı mikrodietlerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Son yıllarda ülkemizde kahverengi alabalık yavruları (yaklaşık 1 g) ile ilgili bazı araştırmalar yürütülmüştür (Arslan vd., 2012; Atasever vd., 2014). Ancak kırmızı benekli alabalık yavrularının beslenmelerinde kullanılacak diyetler üzerinde detaylı araştırmaların devam etmesi gerekmektedir.

Ayrıca yok olmayla karşı karşıya kalan kırmızı benekli alabalık üretiminin geliştirilmesiyle birlikte doğal stokların desteklenmesi asıl sorunu çözmeye katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Aksungur, M., Yılmaz, C., Tabak, İ., Aksungur, N. & Mısır, D.S. (2005). Adaptation on Culture Conditions of Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811) (in Turkish with English abstract). *Science and Engineering Journal of Firat University*, 17 (2): 349-359.
- Alabaster, J.S. & Lloyd, R. (1982). Water quality for freshwater fish. In 2nd Ed. Butterworths, London, U.K. 361p.
- Alp, A., Erer, M. & Kamalak, A. (2010). Eggs incubation, early development and growth in fry of brown trout (*Salmo trutta macrostigma*) and black sea trout (*Salmo trutta labrax*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 10: 387-394.
- Alp, A., Kara, C. & Büyükçapar, H.M. (2003). Reproductive biology of Brown trout, *Salmo trutta macrostigma* Dumeril 1858, in a tributary of the Ceyhan River which flows into the eastern Mediterranean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 346-351. doi: 10.1111/j.1439-0426.2003.00455.x
- AOAC (1995). Official Methods of Analysis of AOAC International (16th edn). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Arslan, M., Yıldırım, A., Bektaş, S. & Atasever, A. (2007). Growth and mortality of the brown trout (*Salmo trutta* L.) population from upper Aksu Stream, Northeastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 31: 337-346.
- Arslan, M. & Aras, N.M. (2007). Structure and reproductive characteristics of two brown trout (*Salmo trutta*) populations in the Çoruh River Basin, North-eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 31: 185-192.
- Arslan, M. & Yıldırım, A. (2007). Seasonal changes in condition and gonadal maturation of brown trout (*Salmo trutta*) in a Turkish stream. *Journal of Freshwater Ecology*, 22:3, 529-531. doi: 10.1080/02705060.2007.9664183
- Arslan, M., Sirkecioglu, N., Bayir, A., Arslan, H. & Aras, M. (2012). The influence of substitution of dietary fish oil with different vegetable oils on performance and fatty acid composition of brown trout, *Salmo trutta*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 575-583. doi: 10.4194/1303-2712-v12_3_04
- Arthur, M. & Phillips, J.R. (1972). Caloric and Energy Requirement in John E. Halver (ed). *Fish Nutrition*. Academic Press, 713 pp. London, 1-27.
- Atasever, A., Arslan, M., Sirkecioglu, N., Bayir, A., Ekinci, D. & Şentürk, M. (2014). Influence of different dietary lipids on the activity of metabolic enzymes in brown trout (*Salmo trutta*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14: 31-36.
- Balık, S. (1988). Systematic and zoogeographic investigations on inland water fishes of the Mediterranean Region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 2: 156-179.
- Barton, B.A. (1996). General biology of salmonids. In principles of salmonid culture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Volume 29. Elsevier. Amsterdam- Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Tokyo in Pennell, W., Barton, A.B. (eds.) ISBN 0- 444-82 152- X S. 29-86. doi: 10.1016/S0167-9309(96)80005-6

- Başçınar, N.S. & Çakmak, E. (2009). Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*) larval dönem ilk besleme. Doğal Alabalık Çalıştayı, Sürdürülebilir Yetiştiricilik, Koruma ve Balıklandırma Bildiri Kitabı, S:105, 22-23 Ekim 2009, Trabzon.
- Başçınar, N.S. & Çakmak, E. (2010). Utilization of Granule and Live Feed at Black Sea Trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811) Larvas: Comparison of Growth Performance (in Turkish with English abstract). *The Journal of The Faculty of Veterinary Medicine University of Kafkas*, 16 (6): 915-920. doi: 10.9775/kvfd.2010.1875
- Billard, R. (1990). Culture of salmonids in fresh water. *Aquaculture*, Volume, 2. G. Barnabe (ed), Ellis Horwood Ltd., 549-592.
- Brown, M.E. (1946). The growth of brown trout (*Salmo trutta* Linn.) I. factors influencing the growth of trout fry. *The Journal of Experimental Biology*, 22: 118-29
- Brown, M.E. (1951). The growth of brown trout (*Salmo trutta* Linn.) IV. the effect of food and temperature on the survival and growth of fry. *The Journal of Experimental Biology*, 28: 473-491.
- Çakmak, E., Kurtoğlu, İ.Z., Çavdar, Y., Aksungur, N., Başçınar, N., Firdin, Ş., Zengin, B. & Esenbuğa, H. (2009). Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*)'nın kültüre alma süreci ve sürdürülebilir yetiştiricilik. *Doğal Alabalık Çalıştayı Sürdürülebilir Yetiştiricilik Koruma ve Balıklandırma Bildiri Kitabı*, S:93-98, 22-23 Ekim 2009, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enst., Trabzon.
- Demir, O., Güle, İ., Gümüş, E., Küçük, F., Günlü, A. & Kepenek, K. (2010). Some reproductive features of brown trout (*Salmo trutta macrostigma* Dumeril, 1858) and its larval development under culture conditions. *Pakistan Veterinary Journal*. ISSN: 0253-8318 (Print), 2074-7764 (online). Accessible at: www.pvj.com.pk, 17 (2): 349-359.
- Ekingen, G. (1976). Morphological characters of some Turkish trouts. *Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3: 98-104.
- Elliot, J.M. (1981). Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. 209-245. In: A.D. Pickering (ed.). *Stress and Fish*. Academic Press, London, UK.
- Emre, Y. & Kürüm, V. (2007). Havuz ve kafeslerde alabalık yetiştiriciliği. Ofset Hazırlık Pak Ajans, Baskı-Cilt Posta Basım. Huzur Mahallesi İmam Çeşme Caddesi No: 14 /1, Seyrantepe İstanbul.
- Firdin, Ş., Çakmak, E., Kurtoğlu, İ.Z., Çavdar, Y., Aksungur, N. & Ergün, H. (2009). Karadeniz alabalığı üretimi, sağım, yumurta verimliliği çalışmaları. *Doğal Alabalık Çalıştayı, Sürdürülebilir Yetiştiricilik, Koruma ve Balıklandırma Bildiri Kitabı*, S: 99-104, 22-23 Ekim 2009, Trabzon.
- Geldiay, R. & Balık, S. (1988). Türkiye tatlı su balıkları. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi* No: 97, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 519s.
- Geldiay, R. (1968). Kazdağı silsilesi derelerinde yaşayan alabalık (*Salmo trutta* L.) popülasyonları hakkında. VI. Milli Türk Biyoloji Kongre Tebliğleri, 65-77.
- Groot, C. (1996). Salmonid life history in principles of salmonid culture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, Volume 29. Elsevier. Amsterdam- Lausanne-New York-Oxford-Shannon-Tokyo. Pennell, W., Barton, A. B. (eds.), ISBN 0- 444-82 152- X S. 97- 230. doi: 10.1016/S0167-9309(96)80006-8
- Kalkan, E. & Erdemli, A.U. (1994). A taxonomic study on the fishes of Sultan Suyu Stream. XII. *Turkish National Biology Congress Hydrobiology Section*, 256-262.
- Karataş, M. (1990). Determination of fecundity *Salmo gairdneri* R., 1836 and *Salmo trutta macrostigma* D., 1858 in the Gürün-Gökpinar conditions (Master Thesis) (in Turkish with English abstract). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Ankara, 61s.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, Ş.A. & Kutluyer, F. (2012). Hatching performances and yolk sac absorptions of caspian brown trout (*Salmo trutta caspius* T., 1954). *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(1): 88-92. ISSN:1018-7081.
- Kocabaş, M., Başçınar, N., Şahin, S.A., Kutluyer, F. & Aksu, O. (2011). Hatching performance and yolk sac absorption of abant trout (*Salmo abanticus*, T., 1954). *Scientific Research and Essays*, 6 (23): 4946-4949, 16 October, 2011. Available online at <http://www.academicjournals.org/SRE>. doi: 10.5897/SRE
- Küçük, F., Özbaş, M. & Demir, O. (1995). Determination of spawning season of *Salmo trutta macrostigma* population in Köprüçayı (Antalya) (in Turkish with English abstract). *Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 4: 99-111.
- Piper, R.G., McElwain, I.B., Orme, L.E., McCraren, J.P., Fowler, L.G. & Leonard, J.R. (1982). Fish hatchery management. *U.S. Fish and Wildlife Service*, Washington, DC 517p.
- Raleigh, R.F., Zuckerman, L.D. & Nelson, P.C. (1986). Habitat suitability index models and instream flow suitability curves: brown trout. Revised. *U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-82/10*. 124:65p.
- Scott, W.B. & Crossman, E.J. (1973). Freshwater fishes of Canada. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 184: 966p.
- Stevenson, J.P. (1987). Trout farming manuel. Second Edition, Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, England, 259p, ISBN 0 85238 149 2.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B. & Mısıroğlu, D.S. (2001). Karadeniz alabalığı (*Salmo trutta labrax*, Pallas, 1811)'nın biyoeolojik özellikleri ve kültüre alınabilirliğinin tespiti, *Proje Sonuç Raporu*, 230s., Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon.
- Tatar, O. (1983). Munzur yerli alabalığının (*Salmo trutta labrax*, Pallas 1854) kültür koşullarında üretilmesi ve yavru büyüklüğüne kadar yetiştirilmesi olanakları, *Ege University Faculty of Science Journal*, Series B, Supply.
- Yanar, M., Akyurt, İ. & Bircan, R. (1987). *Salmo trutta* L.'nin gonad gelişimi, yumurta verimliliği, büyüme durumu ve et verim özellikleri üzerine bir araştırma. *Et ve Balık Endüstrisi Dergisi*, 8 (48): 3-12.
- Yıldırım, A. & Arslan, M. (2007). Age and growth properties of brown trout (*Salmo trutta* L.) living in Kan Stream, upper Çoruh River, Turkey. *Animal Biology*, 57 (3): 281-291. doi: 10.1163/157075607781753056

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Farklı akvaryum yemlerinin kiraz karideslerinde (*Neocaridina denticulata*) büyüme performansı ve yaşama oranı üzerine etkileri

Effects of different aquarium feeds on growth performance and survival rate of red cherry shrimp (*Neocaridina denticulata*)

Burcu Bingöl¹ • Gürel Türkmen¹ • Onur Karadal^{2*}

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

² Yalova Üniversitesi, Armutlu Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Bölümü, 77500, Armutlu, Yalova, Türkiye

* Corresponding author: onurkaradal@yalova.edu.tr

Received date: 22.04.2016

Accepted date: 07.06.2016

How to cite this paper:

Bingöl, B., Türkmen, G. & Karadal, O. (2016). Effects of different aquarium feeds on growth performance and survival rate of red cherry shrimp (*Neocaridina denticulata*) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 217-222. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.05

Öz: Akvaryum sektörünün gelişmesiyle birlikte yetiştiriciliği yapılan alternatif türlerde de çeşitlilik fazlalaşmaktadır. Bunun sonucu olarak omurgasız türleri akvaristler açısından popüler canlılar haline gelmişlerdir. Bu türler arasında tatlı su karidesleri birçok tür ve varyete ile akvaryum sektöründe iyi bir yer edinmişlerdir. Tayvan orijinli kiraz karidesleri (*Neocaridina denticulata*), bu grubun akvaryumlara girmesi konusunda öncü türlerdendir. Ancak kiraz karidesleri ile yapılan çok az sayıda bilimsel araştırma bulunmaktadır. Bu çalışmada, farklı (*Spirulina* katkılı, granül, pul, çubuk) ticari yemlerin kiraz karideslerinde büyüme ve gelişimleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, akvaryum sektöründe yaygın olarak kullanılan pul, çubuk ve granül formdaki yemler kullanılmıştır. Çalışma 12 adet 50 L'lik cam akvaryumda 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Karidesler gruplar halinde yaşadıklarından dolayı her bir akvaryuma ortalama 0,30±0,01 g ağırlığında ve ortalama 1,40±0,01 cm total boyda 30 adet birey stoklanmıştır. Karidesler 16 hafta boyunca doyana kadar beslenmiştir. Çalışma sonunda tüm gruplar arasında canlı ağırlık ve total boylar karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmıştır ($P<0,05$). Büyüme verileri incelendiğinde, en fazla ağırlık (0,85±0,04 g) ve total boya (2,12±0,04 cm) ulaşan deneme grubunun *Spirulina* katkılı yem ile beslenenler olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonucu olarak kiraz karideslerinde bitkisel içerikli yemlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Akvaryum, besleme, Kiraz karidesi, *Neocaridina denticulata*

Abstract: Diversity of cultured alternative species has been increasing with development of aquarium sector. As a result of this situation, invertebrate species have become popular creatures for aquarists. Among these species, freshwater shrimps have a good place in the aquarium industry with many types and varieties. Red cherry shrimps (*Neocaridina denticulata*) originated to Taiwan are one of the leading species of this group about to enter the aquarium. Nevertheless, there are very few scientific studies with this species. In this study, the effects of different aquarium feeds (*Spirulina* granule, granule, flake, stick) on growth performance and survival rate of red cherry shrimp were investigated. Different formed feeds which are widely used in the aquarium industry and nutritional contents closed to each other were used in this research. The study was carried out in 12 glass aquariums (50 L) with three replicates. 30 individuals with mean weight of 0.30±0.01 g and mean total length of 1.40±0.01 cm were placed to each aquarium because of shrimps live in groups. At the end of the study, there are statistical differences among the treatments ($P<0.05$). According to growth data, the highest development has been shown in *Spirulina* granule group with mean final weight of 0.85±0.04 g and mean final total length of 2.12±0.04 cm. In conclusion, using of plant-based feeds are recommended for nutrition of red cherry shrimps.

Keywords: Aquarium, feeding, Red cherry shrimp, *Neocaridina denticulata*

GİRİŞ

Akvaryum sektörü birçok canlı türünün yanı sıra, başta bu canlıların ihtiyaç duydukları farklı form ve içerikte yapay yemler, teknik ekipmanlar ve hastalık etkenlerine karşı kullanılan kimyasalları da kapsayan büyük bir sektördür. Zaman içerisinde sektördeki gelişmelere paralel olarak hazırlanan yapay ortamlar daha sağlıklı bir hal almaya ve yeni türler için spesifik ortamların oluşmasına olanak sağlamıştır. Bu sayede akvaryumlarda ele alınan tür sayısı da her geçen gün artmaya başlamıştır. Günümüzde akvaristler tarafından gelen talebin

doğal kaynaklardan karşılanabilmesi mümkün olmadığından dolayı ticari olarak yetiştiriciliklerinin yapılması gündeme gelmiştir (Çelik vd., 2011; Türkmen vd., 2011). Son yıllarda akvaryumlarda balıklar dışındaki diğer canlı türlerine olan ilginin arttığı bilinmektedir. Özellikle omurgasız türleri akvaristler açısından popüler canlılar haline gelmişlerdir. Bu türler arasında olan tatlı su karidesleri birçok tür ve varyete ile akvaryum sektöründe önemli bir yere sahiptir. Türkiye akvaryum sektöründe tatlı su karideslerinin 15 türü

pazarlanmaktadır (Türkmen ve Karadal, 2012a). Kiraz karidesleri (*Neocaridina denticulata*) ise bu grubun en yaygın ve popüler türlerinden birisidir (Patoka vd., 2016).

Kiraz karidesleri, Japonya, Kore, Çin, Vietnam ve Tayvan'da doğal olarak dağılım gösteren akvaryum sektöründe ise ilk defa 2003 yılında talep görmeye başlayan bir türdür. Ortalama bir dişinin 21-51 adet yumurta verebilmesi, yumurtaların 27 °C'de 15 gün içerisinde açılması, yumurtadan çıkan larvaların 60 günde juvenil birey ve 15 gün gibi çok kısa bir süre sonra da yetişkin karides olup üremeye başlayabilmeleri popüler olmalarında başlıca etmenlerdendir (Hung vd., 1993; Demas, 2007; Nur ve Christianus, 2013). Kiraz karidesleri doğal ortamlarında bitkili habitatları tercih etmelerine ve bitkili akvaryumlarda yetiştirildiğinde iyi bir gelişim göstermelerine karşın omnivor beslenme özelliklerinden dolayı yapay ortamlarda ticari yemlerle de beslenebilmektedirler (Mizue ve Iwamoto, 1961; Jalihal vd., 1994). Dipte yaşadıklarından dolayı verilen yemin batması ve hızlı dağılmaması gerekir. Bu sebeple yemin sert olması önemlidir (New, 1987). Bu sebeplerden dolayı bitkisel içerikler yemlere katkı maddesi olarak eklenmektedir. Akvaryum sektöründe yaygın olarak kullanılan en önemli bitkisel katkı maddesi *Spirulina*'dır (Lorenz, 1998). Bu mikroalg, akvaryum balıklarının renklenmesinde uzun zamandır ticari olarak kullanılmaktadır (Spolaore vd., 2006).

Metabolizma için gerekli olan enerji diğer canlılarda olduğu gibi karideslerde de tüketilen besinlerden sağlanmaktadır (D'Abramo ve Sheen, 1994). Karidesler genel olarak omnivor veya detritivor olarak beslenirler (Jalihal vd., 1994). Özellikle Atyidae familyasında bulunan karidesler alg yiyiciler olarak bilinmektedir (Patoka vd., 2016). Ayrıca yüksek stoklu ticari üretimlerinde yapay yemler kullanılmaktadır. Kiraz karidesleriyle akvaryum koşullarında yapılmış oldukça az sayıda yapay yem çalışması bulunmaktadır (Wang vd., 2009; 2010). Ticari akvaryum yemleriyle kiraz karidesleri üzerine yapılan herhangi bir çalışma bulunmasa da bazı eklemeli türleriyle yapılan çalışmalar mevcuttur (Karadal ve Türkmen, 2012; Türkmen ve Karadal, 2012b).

Bu çalışmada, akvaryum koşullarında farklı formda ve yaygın olarak kullanılan akvaryum yemlerinin *Neocaridina denticulata* türü karideslerde büyüme ve yaşama oranı üzerine etkileri araştırılmıştır. Besinsel içerikleri birbirine yakın aynı ticari firmaya ait farklı formdaki yemler kullanılarak kiraz karideslerinin beslenmesinde yem formu seçimi yanı sıra ticari yemlerin büyüme performansı üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOT

Çalışmada özel bir işletmeden (İzmir, Türkiye) temin edilen *Neocaridina denticulata* türü kiraz karidesleri kullanılmıştır. Çalışma başlangıcında ortalama $0,30 \pm 0,01$ g ağırlığa sahip kiraz karidesler 4 farklı akvaryum yemi ile 16 hafta boyunca beslenerek büyüme performansı ve yaşama oranları araştırılmıştır. Karidesleri beslemede TetraMin® tropikal granül yem, TetraMin® *Spirulina* katkılı granül yem, TetraMin® pul yem ve Tetra® Pond çubuk yem (Tetra-Fish Inc., Melle, Almanya) kullanılmıştır (Tablo 1). Besleme günde 2 kez (10:00 ve 16:00) doyana kadar yapılmıştır. Tüketilmeyen yemler ortamdan sifon yardımı ile alınmıştır. Çalışmada 50 L hacimli cam akvaryumlar kullanılmıştır. Her bir akvaryuma 30 adet birey konulmuştur. Deneme 3 tekrar ile 12 akvaryumda yürütülmüştür (Şekil 1). Su sıcaklığı $26,5 \pm 0,5$ °C ve fotoperiyot 14:10 saat (aydınlık:karanlık) şeklinde uygulanmıştır. Akvaryumlarda haftada 2 kez %30 oranında su değişimi yapılmıştır. Su değişiminden sonra tüm akvaryumlara sürekli havalandırılan kloruz musluk suyu ilave edilmiştir. Her akvaryumdaki çözünmüş oksijen (WTW-Oxi 315), pH (Sartorius PT-10), amonyak (HANNA C205), su sertliği (Aquamerck® 114652 toplam sertlik test kiti) ve alkalilik (Aquamerck® 111109 alkalilik test kiti) değerleri deney başlangıcında, su değişimlerinde ve deney sonunda ölçülmüştür. Karideslerde büyüme ve gelişim 15 günde bir örnekleme (ağırlık, total boy ve karapas boyu) ile takip edilmiştir. Total boy ve karapas boyu ölçümleri kumpas, ağırlık ölçümleri ise Sartorius BL610 (0,01g) marka terazi ile yapılmıştır. Tüm canlılar kâğıt havlu ile kurularak kuru ölçümleri alınmıştır.

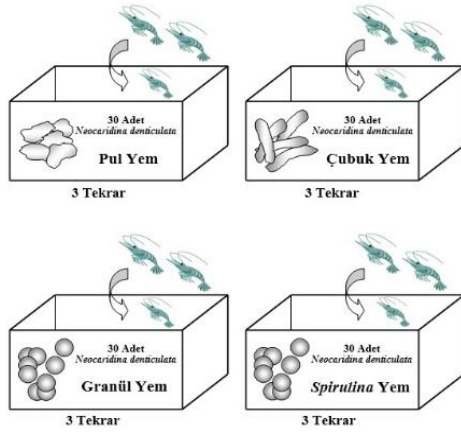
Tablo 1. Deneme yemlerinin kimyasal kompozisyonu
Table 1. Chemical compositions of experimental diets

İçerik (%)	TetraMin® <i>Spirulina</i> Granül Yem	TetraMin® Granül Yem	TetraMin® Pul Yem	Tetra® Pond Çubuk Yem
Ham Protein	45	45	46	46
Ham Yağ	8	8	8	8
Ham Selüloz	2	2	2	2
Ham Kül	9	9	10	10
Nem	7	7	6	6

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında;

- Canlı ağırlık kazancı = Son ağırlık - İlk ağırlık
- Yem dönüşüm oranı = Tüketilen yem / Ağırlık artışı
- Spesifik büyüme oranı = $[(\ln \text{Son ağırlık} - \ln \text{İlk ağırlık}) / \text{Deneme süresi}] \times 100$ formüllerinden yararlanılmıştır.

Büyüme verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın tespitinde ise LSD testinden yararlanılmıştır. Verilerin bilgisayar ortamında istatistiksel değerlendirilmesi Statgraphics Centurion XVI paket programıyla sağlanmış ve grafikler MS Office Excel programıyla oluşturulmuştur. Tüm testlerde yanılma düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Çalışma düzeni
Figure 1. Schedule of experimental design

BULGULAR

Farklı yemlerle beslenen kiraz karideslerin deneme sonundaki büyüme performansları önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Elde edilen bulgular Tablo 2'de verilmiştir. Son ortalama ağırlık ve ağırlık artışı verilerine göre *Spirulina* granül yemle beslenen grup, pul ve çubuk yemlerle beslenen gruplara göre istatistiksel olarak yüksektir ($P < 0,05$). Son ortalama total boylarda ise yine en iyi artış *Spirulina* granül ile beslenen grupta gözlenirken en az artış çubuk yemle beslenen grupta meydana gelmiştir. Deneme gruplarının son ortalama karapas boyları arasında herhangi bir istatistiksel farklılığa rastlanmamıştır ($P > 0,05$).

Granül yemlerle beslenen grupların yaşama oranı çubuk yemle beslenen gruba göre istatistiksel düzeyde anlamlıdır ($P < 0,05$). Spesifik büyüme oranlarında en yüksek grup *Spirulina* granül yem ile beslenen karidesler olurken, yem dönüşüm oranı ve yem alımı verilerinde granül yemlerle beslenen gruplar diğer gruplara göre istatistiksel anlamda farklılık göstermiştir ($P < 0,05$).

Tablo 2. Deneme gruplarının 16 hafta sonundaki büyüme performansı

Table 2. Growth performance of experimental groups after 16 weeks

Büyüme parametreleri*	<i>Spirulina</i> G.	Granül	Pul	Çubuk
İlk ortalama ağırlık (g)	0,30±0,01	0,30±0,01	0,30±0,01	0,30±0,01
Son ortalama ağırlık (g)	0,84±0,11 ^b	0,78±0,03 ^{ab}	0,68±0,11 ^a	0,61±0,10 ^a
Ağırlık artışı (g)	0,55±0,15 ^b	0,48±0,04 ^{ab}	0,38±0,15 ^a	0,31±0,13 ^a
İlk ortalama total boy (cm)	1,40±0,01	1,40±0,02	1,40±0,01	1,39±0,01
Son ortalama total boy (cm)	2,12±0,11 ^b	1,99±0,09 ^{ab}	1,92±0,10 ^{ab}	1,82±0,07 ^a
İlk ortalama karapas boyu (cm)	0,69±0,01	0,68±0,01	0,68±0,01	0,68±0,01
Son ortalama karapas boyu (cm)	1,10±0,10	1,03±0,05	0,97±0,05	0,92±0,04
Yem tüketimi (g)	0,59±0,18 ^b	0,53±0,04 ^b	0,50±0,20 ^{ab}	0,46±0,20 ^a
Spesifik büyüme oranı	0,92±0,11 ^b	0,85±0,03 ^{ab}	0,72±0,14 ^{ab}	0,62±0,14 ^a
Yem dönüşüm oranı	1,10±0,03 ^a	1,14±0,03 ^a	1,33±0,04 ^b	1,51±0,02 ^c
Yaşama oranı (%)	83,99±1,17 ^b	81,44±1,28 ^b	70,56±2,33 ^{ab}	59,89±0,68 ^a

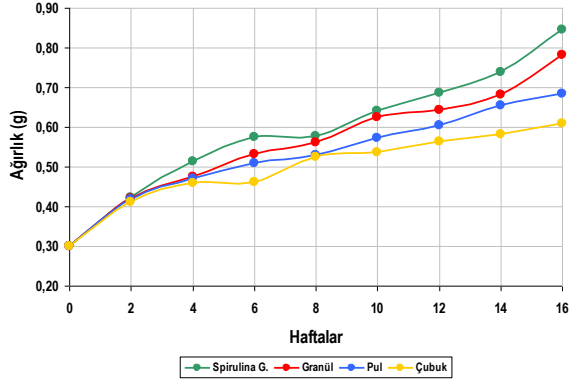
*Ortalama±Standart Hata, satırdaki farklı harfler farklılığın önemli olduğunu göstermektedir ($p < 0,05$)

*Mean±S.E., the different letters within the same colum are significantly different at $p < 0.05$

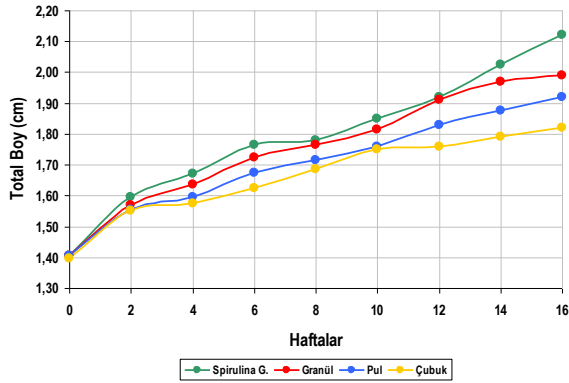
Çalışma boyunca ölçülen su kriterleri incelendiğinde; çözünmüş oksijen 6,2-7,4 mg/L, pH için 7,5-8,0, amonyak için 0,08 mg/L'nin altında, alkalinite için 85-95 mg/L, sertlik için 115-125 mg/L ve nitrit için 0-0,02 mg/L aralıklarında gözlenmiştir.

Deneme gruplarındaki periyodik ağırlık artışlarında 8.haftada birbirine yaklaşmış olsalar da daha sonra belirgin farklılıklar görülmeye başlanmıştır (Şekil 2). Periyodik total boy artışlarında ise normal bir seyir gözlenmiştir (Şekil 3). Karapas

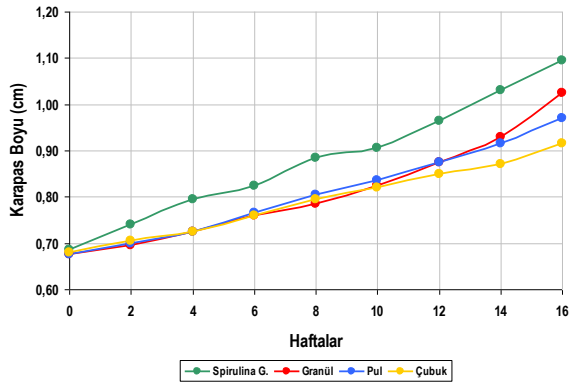
boyunun periyodik artışlarında, *Spirulina* katkılı granül yemle beslenen grupların diğer gruplara oranla üstünlüğü göze çarpmaktadır (Şekil 4).



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



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



Şekil 4. Deneme gruplarının 16 hafta boyunca karapas boyları
Figure 4. Mean carapace lengths of groups during 16 weeks

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, akvaryum sektöründe yaygın olarak kullanılan farklı formda, besinsel içerikleri birbirine yakın ve aynı firmaya ait yemler kullanılmış ve bu yemlerinin kiraz karideslerinde büyüme performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Kiraz karideslerinde (*Neocaridina denticulata*) *Spirulina* katkılı granül yemle beslenenlerin en iyi büyüme performansı ve yaşama oranına sahip oldukları belirlenmiştir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde en pahalı enerji bileşeni proteindir (Gomez vd., 2008). Çalışmada kullanılan yemlerdeki ham protein oranı %45-46 arasında değişirken ham yağ oranı %8 civarındadır. Millikin vd. (1980) *Macrobrachium rosenbergii* türü tatlı su karidesinde en iyi büyümenin %40 protein oranına sahip yemle gerçekleştiğini belirlemiştir. Protein oranları baz alınarak tatlı su karidesleri ile yapılan diğer çalışmalarda da %40-45 seviyeleri önerilmiştir (Balazs ve Ross, 1976). Bu anlamda önceki çalışmaların sonuçları mevcut çalışmanın bulgularıyla uyumludur. Pantaleão vd. (2015) *Neocaridina davidi* juvenillerinde açlık-tokluk oranı çalışmışlar ve büyüme parametresi olarak karapas boyu verilerinden yararlanmışlardır. Çalışmada, %47,5 protein oranına sahip ticari (Tetra) yem kullanmışlardır. Sürekli beslenen kontrol gruplarında açlık oranının yükselmesiyle karapas boyu verilerinde sayısal anlamda düşüşler olmasına rağmen istatistiksel olarak herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bahsi geçen çalışmanın sonuçlarına paralel olarak bu çalışmada da gruplar arasında sayısal olarak ağırlık artışları gözlenmesine karşın gruplar arasında istatistiksel fark bulunamamıştır.

Karidesler gerek doğal ortamlardan elde ettikleri besinlerde, gerekse yapay olarak hazırlanan rasyonlarda bitkisel katkı maddelerine ihtiyaç duymaktadırlar. Hatta bu durum, yem rasyonunda balık ununun azaltılarak soya unu takviyesi ile maliyetin düşmesine dahi sebep olabilecek niteliktedir. Gomez vd. (2008) yaptıkları çalışmada, *M. tenellum* türü tatlı su karideslerinin yemlerinde protein seviyesini sabit tutarak (%40) rasyondaki balık ununu soya unu ile %100'e kadar (%20, 40, 60, 80 ve 100) değiştirmişlerdir. Sonuç olarak canlı ağırlık ve total boyca en iyi büyüme performansını %100 soya unu ile hazırlanan yemlerde gözlemlemişlerdir. Harpaz ve Schmalbach (1986), %30 protein oranı ile hazırladıkları yemlerin yanında *M. rosenbergii* türü karideslere kokar ağaç (*Ailanthus altissima*) bitkisinin yapraklarını vermişlerdir. Yaprak tüketen grubun daha iyi büyüme performansı gösterdiğini not etmişlerdir.

Karidesler ergin dönemlerinde bentik bölgelerde demersal olarak yaşayan eklembacaklılardır. Bu yüzden karideslerin beslenme alışkanlıkları dip bölgesine göre şekillenmiştir (New, 1987). Çubuk yem yüzme özelliğine sahip bir yem iken pul yem bir süre yüzeyde kalan ve daha sonrasında bataabilen bir yemdir. Granül yem ise suya atıldığında batan bir özellik

göstermektedir. Karidesler bu özelliğinden dolayı yeme daha çabuk ulaşırlar. Granül yemin yapısal ve besin içeriklerini daha az kayıpla canlıya aktarabilme özellikleri dikkate alındığında elde edilen sonuçlar bu bilgi ve verileri doğrular niteliktedir. Karideslerin biyo-ekolojik özellikleri ve yemde aranan özellikler çalışma sonuçlarını desteklemektedir.

Akvaryumlarda kullanılan farklı formlardaki yemlerin büyüme ve yaşama oranı üzerine etkileri daha çok akvaryum balıkları üzerinde araştırılmıştır. Harpaz vd. (2005), lepestes (*Poecilia reticulata*) yavrularının beslenmesinde farklı formlardaki toz yem ve pul yemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonunda büyüme ve gelişimde toz yem pul yeme oranla daha iyi sonuç vermiştir. Bahadır Koca vd. (2009), melek balıklarıyla (*Pterophyllum scalare*) yaptıkları çalışmada en iyi canlı ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranlarının pelet yemle beslenen balıklarda gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Siccadi vd. (2009), zebra balıkları (*Danio rerio*) ile yaptıkları çalışmada en iyi sonuçların sırası ile pelet, pul ve çubuk yemlerle ile beslenen gruplarda gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Karadal ve Türkmen (2014) ise tetrazon (*Barbus tetrazona*) balıklarında granül yem ile en iyi, *Tubifex* ile en düşük verimi elde ettiklerini bildirmişlerdir. Karadal ve Türkmen (2012), kırmızı kiskaçlı kerevitlerde (*Cherax quadricarinatus*) pul, çubuk, granül yemler ile kurutulmuş *Tubifex* denemişlerdir. Türkmen ve Karadal (2012b) ise kırmızı kiskaçlı yengeçlerde (*Perisesarma bidens*)

pul, çubuk ve granül yemleri denemişlerdir. Her iki çalışmada da granül yemlerle beslenen gruplar diğer gruplara oranla daha fazla gelişim göstermişlerdir. Tüm bu çalışmalar ışığında elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında çok yakın paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak, *N. denticulata* türü karideslerin akvaryumlarda bakımı söz konusu olduğunda en iyi büyüme ve gelişimi göstermeleri açısından granül yem kullanılması önerilmektedir. Granül yemlere *Spirulina* gibi bitkisel katkı maddelerinin ilavesi büyüme olumlu yönde etkilemektedir. Pul ve çubuk yemler karides üretiminde kullanılsalar da hızlı batma özelliği olmadığından büyümeye granül yemler kadar etki etmemektedirler. Kiraz karidesi beslenmesinde aynı ticari firmaya ait benzer içerikli yemler kullanılsa da sonuçta büyüme performansları açısından farklılık görülmektedir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen sonuçların, akvaryumlarda ele alınan karides türleri üzerine ileriye dönük çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 1-4 Eylül 2015 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi tarafından İzmir'de düzenlenen 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Balazs, G.H. & Ross, E. (1976). Effect of protein source and level on growth and performance of the captive freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 7(4):299-313. doi:10.1016/0044-8486(76)90127-7
- Bahadır-Koca, S., Diler, İ., Dulluc, A., Yiğit, N.Ö. & Bayrak, H. (2009). Effect of different feed types on growth and feed conversion ratio of angel fish (*Pterophyllum scalare* Lichtenstein, 1823). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(2):7-11.
- Çelik, P., Çelik, İ. & Cirik, Ş. (2011). Allometric growth in black neon tetra (*Hyphessobrycon herbertaxelrodi*) larvae (in Turkish with English abstract). *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 20(2):25-32..
- D'Abramo, L.R. & Sheen, S.S. (1994). Nutritional requirements, feed formulation, and feeding practices for intensive culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Reviews in Fisheries Science*, 2(1):1-21.
- Demas, P. (2007). Red Cherry Shrimp. *Tropical Fish Hobbyist*, 56:90-92.
- Gomez, M.G.U., López-Aceves, L.A., Ponce-Palafox, J.T., Rodríguez-González, H. & Arredondo-Figueroa, J.L. (2008). Growth of fresh-water prawn *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) juveniles fed isoproteic diets substituting fish meal by soya bean meal. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(1):57-65.
- Harpaz, S. & Schmalbach, E.A. (1986). Improved growth and health of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, by addition of fresh leaves to the artificial diet. *Aquaculture*, 55(2): 81-85. doi:10.1016/0044-8486(86)90063-3
- Harpaz, S., Slosman, T. & Segev, R. (2005). Effect of feeding guppy fish fry (*Poecilia reticulata*) diets in the form of powder versus flakes. *Aquaculture Research*, 36:996-1000. doi:10.1111/j.1365-2109.2005.01308.x
- Hung, M.S., Chan, T.Y. & Yu, H.P. (1993). Atyid shrimps (Decapoda: Caridea) of Taiwan, with descriptions of three new species. *Journal of Crustacean Biology*, 13:481-503. doi:10.2307/1548789
- Jalilhal, D.R., Almelkar, G.B. & Sankolli, K.N. (1994). Atyid shrimps of the genus *Caridina* H. Milne Edwards, 1837. Potential crustacean material for experimental biology. *Crustaceana*, 66(2):178-183.
- Karadal, O. & Türkmen, G. (2012). Effects of different feeds on growth and survival rate of early juveniles of Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 29(1):35-39. doi: 10.12714/efejfas.2012.29.1.06
- Karadal, O. & Türkmen, G. (2014). Effects of different aquarium feeds on growth and survival rate of tiger barb (*Barbus tetrazona*) (in Turkish). In: Proceedings of I. National Aquarium Fisheries and Issues Workshop. Emre, Y., Türkmen, G. (Eds.), 30-31 October 2014, Antalya, Turkey, pp. 65-69.
- Lorenz, R.T. (1998). A review of *Spirulina* as a carotenoid and vitamin source for cultured shrimp. *Spirulina Pacifica Technical Bulletin*, No.050, 4 p.
- Millikin, M.R., Fortner, A.R., Fair, P.H. & Sick, L.V. (1980). Influence of dietary protein concentration on growth, feed conversion and general metabolism of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Proceedings of the World Mariculture Society*, 11(1-4):382-391. doi: 10.1111/j.1749-7345.1980.tb00132.x
- Mizue, K. & Iwamoto, Y. (1961). On the development and growth of *Neocaridina denticulata* de Haan. *Bulletin of the Faculty of Fisheries Nagasaki University*, 10:15-24.
- New, M.B. (1987). Feed and feeding of fish and shrimp: A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in

- aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 275 p.
- Nur, F.A.H. & Christianus, A. (2013). Breeding and life cycle of *Neocaridina denticulata sinensis* (Kemp, 1918). *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1):108-115. doi:10.3923/ajava.2013.108.115
- Pantaleão, J.A.F., Barros-Alves, S.P., Tropea, C., Alves, D.F.R., Negreiros-Fransozo, M.L. & López-Greco, L.S. (2015). Nutritional vulnerability in early stages of the freshwater ornamental "red cherry shrimp" *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904) (Caridea: Atyidae). *Journal of Crustacean Biology*, 00(0):1-6. doi:10.1163/1937240X-00002357
- Patoka, J., Bláha, M., Devetter, M., Rylková, K., Čadková, Z. & Kalous, L. (2016). Aquarium hitchhikers: attached commensals imported with freshwater shrimps via the pet trade. *Biological Invasions*, 18:457-461. doi:10.1007/s10530-015-1018-9
- Siccardi, A.J., Garris, H.W., Jones, W.T., Moseley, D.B., D'Abramo, L.R. & Watts, S.A. (2009). Growth and survival of Zebrafish (*Danio rerio*) fed different commercial and laboratory diets. *Zebrafish*, 6(3):275-280.
- Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E. & Isambert, A. (2006). Commercial applications of microalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 101:87-96.
- Türkmen, G., Bulguroğlu, S.Y. & Aydoğan, G. (2011). Bring in some native osteichthyes marine fish species in Turkey to the marine aquarium (in Turkish with English abstract). *Ege Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 28(3):95-98.
- Türkmen, G. & Karadal, O. (2012a). The survey of the imported freshwater Decapod species via the ornamental aquarium trade in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(15): 2824-2827. doi:10.3923/javaa.2012.2824.2827
- Türkmen, G. & Karadal, O. (2012b). Effects of different aquarium feeds on growth and survival rate of red claw crab (*Perisesarma bidens*) (in Turkish with English abstract). *Alinteri Journal of Agricultural Sciences*, 23(2):12-17.
- Wang, H.W., Cai, D.B., Xiao, G.H., Zhao, C.L., Wang, Z.H., Xu, H.M. & Guan, Y.Q. (2009). Effects of selenium on the activity of antioxidant enzymes in the shrimp, *Neocaridina heteropoda*. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 61(4):322-329.
- Wang, H.W., Cai, D.B., Zhao, C.L., Xiao, G.H., Wang, Z.H., Xu, H.M., Yang, L.K., Ma, L. & Ma, J.L. (2010). Effects of dietary manganese supplementation on antioxidant enzyme activity in the shrimp (*Neocaridina heteropoda*). *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 62(2):78-84.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Kargı Çayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi

The determination of water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey) in terms of physicochemical parameters

Melek Zeybek* • Hasan Kalyoncu

Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta
* Corresponding author: melekzeybek@sdu.edu.tr

Received date: 13.04.2016

Accepted date: 07.06.2016

How to cite this paper:

Zeybek, M. & Kalyoncu, H. (2016). The determination of water quality of Kargı Stream (Antalya, Turkey) in terms of physicochemical parameters (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 223-231. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.06

Öz: Kullanılabilir su kaynaklarının çeşitli faktörler tarafından hızla kirlendiği günümüzde, var olan su kaynaklarının ekolojik özelliklerinin ortaya konulması ve koruma amaçlı çalışmaların artırılması önem kazanmıştır. Bu bağlamda, Antalya ilinde yer alan Kargı Çayı'nda gerçekleştirilen bu çalışmada, çayın fizikokimyasal özellikleri değerlendirilmiş ve su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Temmuz 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında, belirlenen yedi istasyondan su örnekleri mevsimsel aralıklarla alınarak incelenmiştir. Alınan su örneklerinde su sıcaklığı (°C), pH, elektriksel iletkenlik (EC), çözünmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİs), amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N), orto-fosfat fosforu (PO₄-P), klorür iyonu (Cl-) ölçümleri yapılmıştır. Yapılan istatistikî analizlere göre, EC ve Cl değerleri istasyonlar arasında anlamlı derecede farklılık göstermiştir (P<0,05). Akarsuyun su kalitesi Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve Klee'nin metodu kullanılarak değerlendirilmiş, genel olarak yüksek kalite (kirlenmemiş) ya da az kirlenmiş su niteliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak nehir mansabında yer alan son istasyonda, denizel etki ve alanda yapılan rekreatif düzenlemeler nedeniyle su kalitesinde bazı parametrelere göre düşüş olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak; Kargı Çayı, çevresinde yer alan bazı alabalık çiftlikleri ve yerleşim birimlerine rağmen yoğun bir kirlenme tehdidi altında değildir.

Anahtar kelimeler: Su kalitesi, Fizikokimyasal parametreler, Kargı Çayı, Antalya, Türkiye

Abstract: Today available clean water resources have been contaminated by various factors quickly. Determining the ecological characteristics of existing water resources and increasing activities that protect them has gained importance. In this context, physicochemical characteristics of Kargı stream in Antalya province were evaluated and thus its water quality classes were detected. Seven stations were chosen on the stream and water samples were taken from each station with seasonal periods between July 2014- April 2015. Water temperature (°C), pH, electrical conductivity (EC), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOİs), ammonium nitrogen (NH₄-N), nitrite nitrogen (NO₂-N), nitrate nitrogen (NO₃-N), ortho-phosphate phosphorus (PO₄-P) and chloride ion (Cl-) measurements of water samples were done. According to the statistical analysis results, EC and Cl- values differed significantly among stations (P<0,05). Water quality of the stream was evaluated using Water Pollution Control Regulation and Klee's method and in general it has a high quality (unpolluted) or low contaminated (slightly polluted) water quality. However, it has been thought that water quality of the last station in the estuarine zone decreased based on some parameters due to marine influence and recreational arrangements in the area. As result, there is not under intensive polluting threat in spite of some trout farms and settlements in the vicinity of Kargı stream.

Keywords: Water quality, Physicochemical parameters, Kargı Stream, Antalya, Turkey

GİRİŞ

Su, tüm canlıların yaşamını sürdürebilmesi için hayati öneme sahip bir bileşiktir. Yeryüzünün dörtte üçünün sularla kaplı olması her ne kadar dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, bu miktarın büyük bir bölümü tuzludur veya buzul halindedir. Yani, kullanılabilir tatlı su miktarı oldukça az ve sınırlıdır. Kullanılabilir suyun, toplam su miktarına oranı yaklaşık % 2,5 civarındadır. Yaşam için gerekli ve değerli olan su, maalesef günümüzde çeşitli nedenlerle çok fazla tehdit edilen bir unsur haline gelmiştir (Cirik ve Cirik, 2008).

Kullanılabilir su kaynakları çeşitli faktörler tarafından kirlenmekte ve olumsuz yönde değişikliğe uğratılmaktadır. Su kaynaklarının sorumsuzca kirlenmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Atalık, 2006). Su kaynaklarında görülen bu sorunlara neden olan en önemli faktörler; hızlı nüfus artışı, plansız kentleşme, tarımsal faaliyetler, çöp dökme alanlarından gelen sızıntı suları, doğal su kaynaklarının sulama ve elektrik enerjisi elde etmek için baraj ve göletlerde toplanması, kanalizasyon ve sanayi atık sularının bu doğal kaynaklara arıtma işlemine tabi tutulmadan

verilmesi olarak sıralanabilir (Tüfekçi vd., 2003; Karacaoğlu, 2006). Söz konusu bu faktörler, akarsular üzerine büyük bir baskı oluşturarak, suyun kirlenmesine ve kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu anlamda akarsuların taşıdığı kirlilik yükünün saptanması büyük önem taşımaktadır.

Su kaynaklarının kirlenmesi dünyada birçok ülkede kullanılabilir su ihtiyacının artmasına neden olmuştur (UNEP, 2006; Jorgensen ve Rast, 2007). Nitekim son bilimsel çalışmalarda, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceği tahmin edilmektedir. Bu durum doğal olarak evrensel bir kriz olacağı anlamına da gelmektedir (Özgüler, 1997).

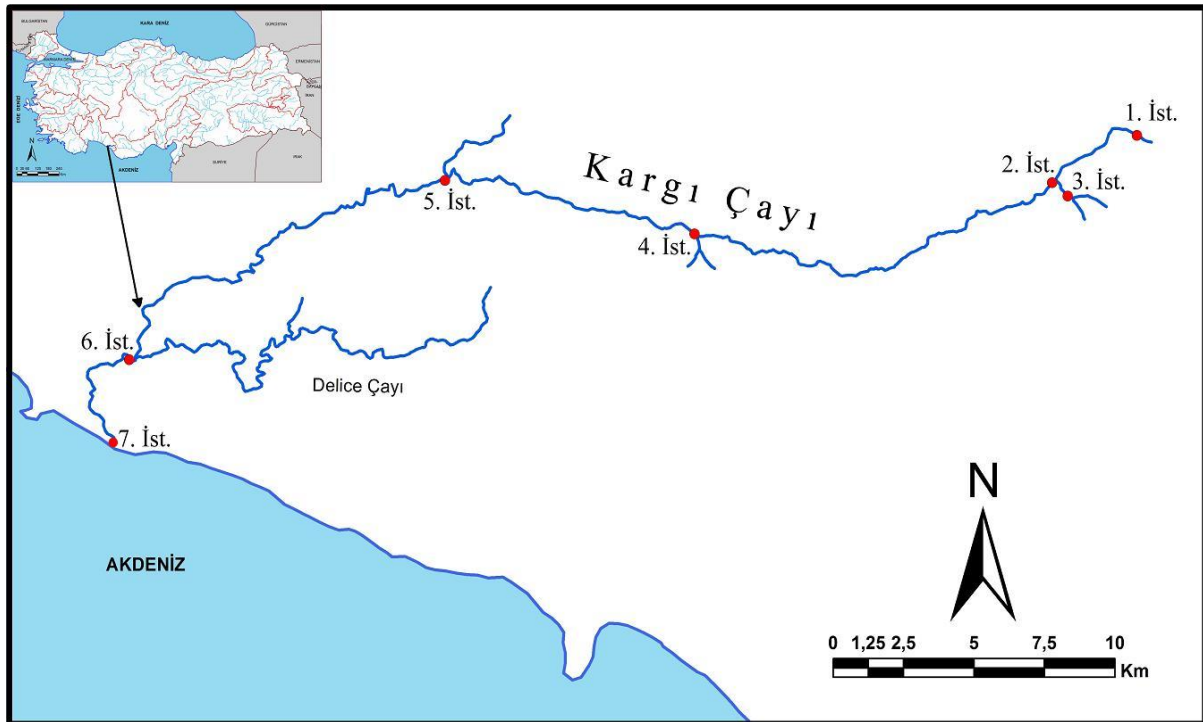
Hem ülkemizde hem de diğer dünya devletlerinde doğal kaynakların doğru kullanılmasını ve korunmasını sağlamak için çeşitli politikalar geliştirilmektedir. Avrupa Birliği'nin en güncel yönergelerinden olan Su Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive: WFD) bunlardan biridir. Ülkemizde Su Çerçeve Direktifi'ne uyum çalışmaları kapsamında bazı yönetmelikler çıkarılmıştır. Bunlardan biri T.C Çevre Bakanlığı tarafından hazırlanan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'dir. Bu yönetmelikte, su kaynaklarının ekosistem prensibi çerçevesinde kalitesinin korunması ve ülke gereksinimleri doğrultusunda su kalitesinin geliştirilmesi hedeflenmiş, içme ve kullanma suyu, yüzey suları ve yeraltı sularının kalite sınıflandırması yapılmıştır (SKKY, 2004). Bu yönetmeliğin hedefleri doğrultusunda ülkemiz tatlı su kaynaklarının özellikleri ile kalite sınıflarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Bu çerçevede, ülkemiz akarsularının fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi ve su kalitesinin belirlenmesine yönelik tamamlanmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Boran ve Sivri, 2001; Bulut ve Tüfekçi, 2005; Ak vd., 2008; Akbulut vd., 2010; Topkara vd., 2011; Çiçek ve Ertan, 2012; Gültekin vd., 2012; Kasımoğlu ve Yılmaz, 2014; Uzun Özel ve Gemici, 2016). Bu çalışmada ise Antalya ili sınırları içerisinde yer alan Kargı Çayı'nın fizikokimyasal özellikleri ile su kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde, Alanya ilçesi için oldukça önemli olan bu akarsuyun sürdürülebilirliğine katkı yapılması hedeflenmektedir.

MATERYAL VE METOT

Çalışma alanı ve istasyonlar

Çalışma alanı olarak seçilen Kargı Çayı, Antalya ili Alanya ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup yaklaşık uzunluğu 45 km'dir. Toroslar'ın güney eteklerinden doğup, Kargı Çiftliği mevkiinde Akdeniz'e dökülen akarsu, Alanya için oldukça önemli bir su kaynağı durumundadır ve tarımsal sulama için kullanılmaktadır. Çevresinde yerleşim yerleri olan akarsu boyunca lokanta, restoran ve piknik alanları bulunmaktadır. Kargı Çayı üzerinde yedi istasyon seçilmiştir (Şekil 1). Bu istasyonlardan ilki kaynak bölgesinde yer alırken, son istasyon denizel etkilerin ortaya konması için nehir mansabından seçilmiştir. Aradaki istasyonların seçiminde, akarsuya karışan yan kolların bağlantı noktalarının öncesi ve sonrası, akarsuya dışarıdan atık deşarjının olup olmaması gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı ve istasyonlar

Figure 1. The study area and stations

Birinci istasyon akarsuyun kaynak bölgesi olup, U şeklinde bir vadi içerisinde akarak ilerlemektedir. Akarsu yatağı, orta büyüklükteki kaya ve taşlardan oluşmuştur. Bu istasyondan sonra akarsu sarp bir kanyona girmektedir (36°39.32'N, 032°04.06'E). İkinci istasyonun taban yapısı kaya ve taşlarla kaplı olup, akarsu yatağı genişlemiş, akış hızında artış gözlenmiştir. Bu bölgede yerleşim birimleri bulunmaktadır. Ayrıca bu istasyonun ilerisinde yapımı devam etmekte olan bir hidroelektrik santral (HES) inşaat alanı mevcuttur (36°40.033'N, 032°02.080'E). Üçüncü istasyon, ikinci istasyona karışan kaynak noktası olup, taban yapısının çoğunluğu kaya ve büyük taşlardan oluşmuştur ve burada akış hızının yüksek olduğu gözlemlenmiştir (36°40.017'N, 032°02.127'E). Dördüncü istasyonda akarsu yatağı genişlemiş, eğimden dolayı akış hızı artmıştır. Taban kayalık ve taşlıktır (36°40.50'N, 031°56.27'E). Beşinci istasyonda akarsu yatağının genişlediği, yer yer derinlik artışı olduğu görülmüştür. Taban diğer istasyonlarda olduğu gibi kayalık ve taşlık olup, akış hızı normaldir. Bu istasyonun hemen üzerinde balık çiftliği ve restoran bulunmaktadır (36°40.139'N, 031°53.443'E). Altıncı istasyonda akarsu yatağı oldukça genişlemiş, orta kesimde taş ve çakılların küçük adacıklar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Tabanda çapı 2 cm'den 25 cm'ye kadar değişen taş ve çakıllarla kaplıdır (36°37.15'N, 031°48.7'E). Son istasyon, Kargı Köprüsü'nün aşağısında bulunur ve akarsuyun denize döküldüğü nehir ağızı bölgesinde yer alır (36°35.826'N, 031°48.449'E). Akarsuyun genişliği yaklaşık 50 m iken, denize doğru daralan bir yapı göstermektedir. Denizle bağlantı bölgesi 3 m eninde ve 1 m derinliğinde olup, derinlik ortalara doğru artmaktadır (yaklaşık 3 m). Nehir mansabının etrafında çok sayıda otel yer almaktadır. Alanın etrafı köprüye kadar DSİ tarafından yapılan istinat duvarı ile kaplanmıştır. Bu istasyonun birkaç metre ilerisinde, halk tarafından kullanılan bir plaj bulunmaktadır ve burada arazi çalışmaları sırasında çeşitli rekreatif düzenlemelerin (dalgakıran, eğlence ve dinlenme alanları gibi) yapıldığı görülmüştür.

Su örneklerinin alınması ve incelenmesi

Su örnekleri Temmuz 2014 (Yaz), Ekim 2014 (Sonbahar), Ocak 2015 (Kış), Nisan 2015 (İlkbahar) tarihlerinde alınmıştır. Su örneklerinin alınmasında koyu renkli 1 litrelik polietilen örnek alma kapları kullanılmıştır. Alınan su numunelerinde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅), amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N), orto-fosfat (PO₄-P), klorür iyonu (Cl-) ölçümleri yapılmıştır. Klorür iyonu miktarı (Cl-mg/L), Merck 14897 no'lu kit kullanılarak; amonyum azotu (NH₄-N mg/L), Merck 14752 nolu kit kullanılarak; Nitrit Azotu (NO₂-N mg/L), Merck 14776 nolu kit kullanılarak; Nitrat azotu (NO₃-N mg/L), Merck 09713 nolu kit kullanılarak; Orto-fosfat iyonu (PO₄-P mg/L), Merck 14543 nolu kit kullanılarak, Merck Nova 60 marka spektrofotometrede ölçülmüştür. Biyokimyasal oksijen ihtiyacının (BOİ₅ mg/L) belirlenmesinde WTW Oxitop IS 12 BOİ ölçüm seti kullanılmıştır. Oksitopl silisli şişelerin içerisine doldurulan su örneklerinin 20°C'de 5 gün süreyle Enolab BOD-80 marka inkübatörde bekletilerek BOİ₅ ölçümleri yapılmıştır. Su sıcaklığı (°C), pH değeri, elektrik iletkenliği (µS/cm 25°C' de), çözünmüş oksijen (mgO₂/L) ölçümleri arazi çalışmaları sırasında, YSI marka portatif multiparametre su kalitesi ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

İstasyonların su kalitesi sınıflarının belirlenmesinde Klee (1991)'nin metodu (Tablo 1) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (2004) (Tablo 2) kullanılmıştır. UPGMA (Matematiksel ortalama ile ağırlıksız çiftlerin gruplandırılması metodu- Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) analizi MVSP 3.1 (Kovach, 1998), diğer istatistiki analizler SPSS 23.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Ölçülen parametrelerin istasyonlara ve mevsimlere göre önemli derecede farklılık gösterip göstermediği One-Way Anova kullanılarak, anlamlı farklılığın hangi istasyonlar arasında olduğu ise Tukey-Postdoc analizi ile belirlenmiştir.

Tablo 1. Farklı kirlenme basamaklarının istatistiki ortalama değerlerine göre kimyasal parametrelerin konsantrasyon dağılımı (Klee, 1991)
Table 1. The concentration distribution of chemical parameters according to the statistical average value of different pollution levels (Klee, 1991)

Kirlenme Basamakları	BOİ ₅ mg/L	NH ₄ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	PO ₄ -P mg/L	Cl mg/L
I	1,1 0,7-1,9	0,08 0,06-0,15	0,006 0,003-0,01	1,2 0,8-1,8	0,06 0,003-0,09	8 6-14
I-II	1,8 1,2-2,8	0,11 0,09-0,21	0,013 0,008-0,033	1,7 1,0-3,9	0,08 0,04-0,21	14 8-26
II	3,2 2,1-5,8	0,16 0,11-0,30	0,03 0,018-0,055	3 1,9-4,7	0,19 0,09-0,38	20 12-35
II-III	6,2 4,1-7,8	0,4 0,14-0,8	0,055 0,025-0,104	3,9 2,4-6,4	0,3 0,09-0,82	34 22-55
III	9,9 5,2-11,6	0,9 0,3-2,9	0,11 0,056-0,21	4,4 2,9-7,3	1 0,48-1,35	45 28-72
III-IV	10,8 6,2-12,3	2,48 0,6-5,52	0,19 0,092-0,28	7 3,8-12,2	1,7 0,72-1,98	57 35-108
IV	14,2 7,9-17	12,2 2,8-28	0,28 0,06-0,45	2,6 1,5-5,2	2,48 1,1-3,0	70 29-240

Tablo 2. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (SKKY, 2004)**Table 2.** The standards of water quality classes for inland surface water (SKKY, 2004)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (°C)	25	25	30	> 30
PH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
Çözünmüş oksijen (mg/L)	8	6	3	< 3
Klorür iyonu (mg/L)	25	200	400	> 400
Amonyum azotu (mg/L)	0,2	1	2	> 2
Nitrit azotu (mg/L)	0,002	0,01	0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg/L)	5	10	20	> 20
BOİ (mg/L)	4	8	20	> 20

BULGULAR

Kargı Çayı üzerinde belirlenen yedi istasyondan bir yıl boyunca mevsimsel periyotlarla alınan su örneklerinin analiz edilmesi sonucu elde edilen değerlerin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri Tablo 3'de verilmiştir.

Çalışma alanında sıcaklık değerleri istasyonlara ve mevsimlere göre değişim göstermiş, en düşük su sıcaklığı kış mevsiminde 1. istasyonda (10,7 °C), en yüksek değer ise yaz mevsiminde 7. istasyonda (26,9 °C) ölçülmüştür. Ortalama değerler ise 12,57 (1.ist.) ile 18,77 °C (7.ist.) arasındadır. Çalışma süresince çözünmüş oksijenin yıllık ortalama değerleri 7,19- 8,98 mg/L arasında saptanmış, ölçülen değerler istasyonlara ve mevsimlere göre farklılık göstermiştir. En düşük çözünmüş oksijen değeri 7. istasyonda sonbahar mevsiminde (5,13 mg/L), en yüksek değer ise 5. istasyonda kış mevsiminde (9,8 mg/L) belirlenmiştir (Tablo 3). Ortalama elektriksel iletkenlik değerleri 346,95-599,12 µS/cm arasında değişim göstermiştir. En yüksek EC değeri sonbahar mevsiminde 7. istasyonda (916 µS/cm), en düşük değer ise yaz mevsiminde 2. istasyonda (299,5 µS/cm) ölçülmüştür (Tablo 3). İstasyonlarda ölçülen pH değerleri 7,03 (1.ist-Yaz) ile 9,4 (7.ist-Yaz) arasında değişim göstermiştir. Yıllık ortalama değerlerin genel olarak birbirlerine yakın olduğu ve 7,87-8,26 arasında ölçüldüğü görülmektedir (Tablo 3).

İstasyonlarda ölçülen NO₃-N iyonu miktarı 0,15 ile 1,26 mg/L arasında değişim göstermiştir. Ortalama değerlere bakıldığında ise en yüksek değer 3. istasyonda (0,84 mg/L), en düşük değer 1. istasyonda (0,22 mg/L) tespit edilmiştir (Tablo 3). İstasyonlarda ölçülen klorür iyonu değerleri 2,39 (1. ist.)-132,21 (7.ist.) mg/L arasında değişim göstermiştir. En düşük ortalama klorür iyonu değeri 1. istasyonda 3,17 mg/L, en yüksek ortalama klorür iyonu değeri ise 7. istasyonda 56,5 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Mevsimsel BOİs değerleri 1 mg/L ile 4 mg/L arasında değişim göstermiştir. BOİs değerlerinin yıllık ortalamalarına bakıldığında ise 1 ile 1,75 mg/L arasında değişen değerler saptanmıştır (Tablo 3).

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N) ve orto-fosfat fosforu (PO₄-P) iyonlarının ölçüm değerleri analiz limitlerinin altında (NH₄-N ve PO₄-P iyonları için <0,05 mg/L, NO₂-N için <0,01 mg/L) kalmıştır.

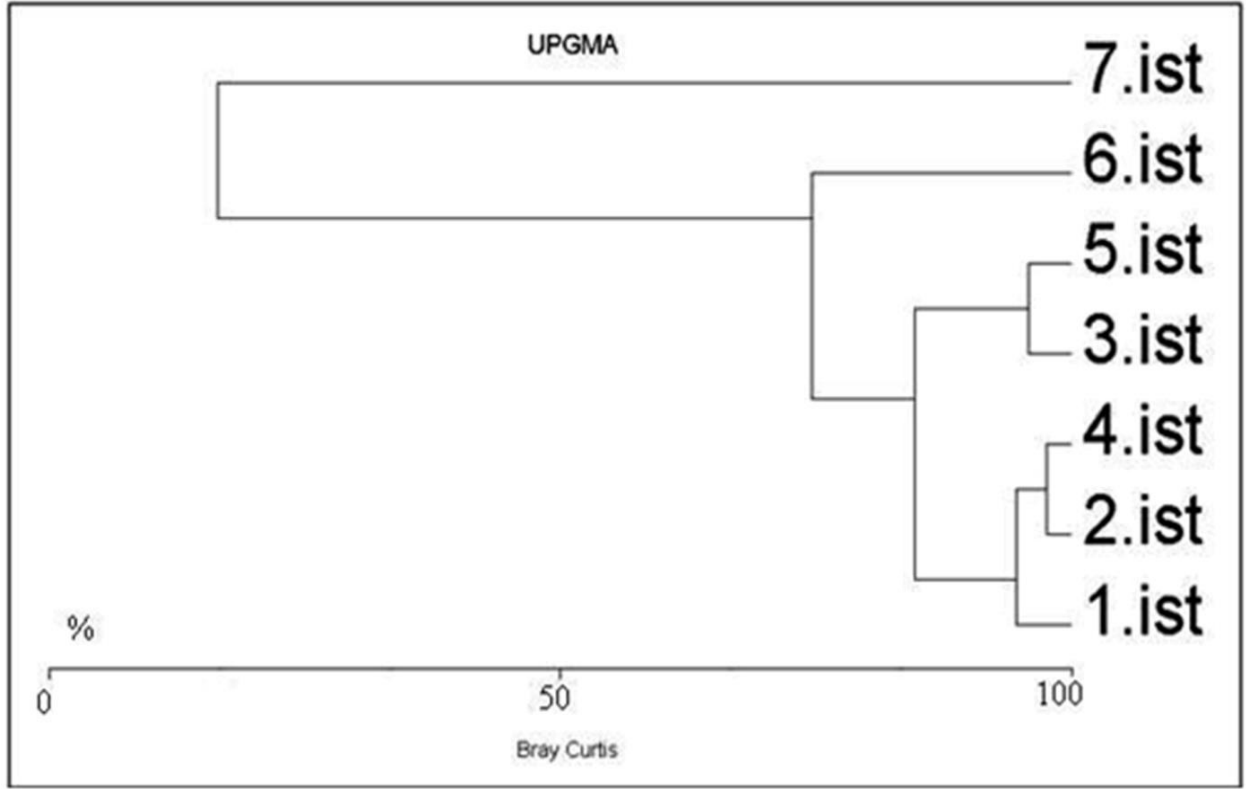
Anova sonuçlarına göre yalnızca EC (F: 4,157; P<0,05) ve Cl (F: 3,854; P<0,05) istasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermiştir. Cl bakımından değerlendirildiğinde 7. istasyonun ilk altı istasyondan anlamlı şekilde farklılaştığı (P<0,05), diğer istasyonlar arasında bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. EC bakımından değerlendirildiğinde ise 6. istasyon dışındaki tüm istasyonlar 7. istasyondan farklıdır (P<0,05). İlk altı istasyon EC açısından kendi aralarından anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Ölçülen parametrelerin mevsimsel farklılıklarına bakıldığında ise, çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerlerinin anlamlı farklılık gösterdiği saptanmıştır (P<0,05).

UPGMA metodu'na göre 1., 2. ve 4. istasyonlar bir grupta yer alırken, 3. ve 5. istasyonlar başka bir grup oluşturmuşlardır. Ölçülen değerler açısından bu istasyonlardan en farklı olanı nehir mansabında yer alan 7. istasyon olmuştur (Şekil 2).

Akarsu fizikokimyasal açıdan değerlendirildiğinde Klee (1991)'nin metoduna göre; 7. istasyon sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde I-II. kalite sınıfına (az kirlenmiş) dahilken, diğer istasyonlar tüm mevsimlerde I. kalite sınıfına (kirlenmemiş ya da çok az kirlili) dahil olduğu bulunmuştur. SKKY (2004)'ne göre ise, yaz mevsiminde ilk 6 istasyon tüm parametrelere göre I. kalite sınıfında, 7. istasyon ise pH'a göre IV., diğer parametrelere göre I.; sonbahar mevsiminde 7. istasyon çözünmüş oksijen ve klorür iyonu değerlerine göre II., diğer parametrelere göre I. kalite sınıfında; kış mevsiminde tüm istasyonlar ölçülen parametrelerin tamamına göre I. kalite sınıfında, ilkbahar mevsiminde 7. istasyon klorür iyonu değerlerine göre II., diğer parametrelere göre I., ilk altı istasyon ise tüm parametrelere göre I. kalite sınıfında tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 3. İstasyonlarda ölçülen fizikokimyasal parametre değerleri (Y: Yaz, S: Sonbahar, K: Kış, İ: İlkbahar, Min: Minimum, Ort: Ortalama, Mak: Maksimum)**Table 3.** The measured values of physicochemical parameters at the stations (Y: Summer, S: Autumn, K: Winter, İ: Spring, Min: Minimum, Ort: Average, Mak: Maximum)

		1.İst.	2.İst.	3. İst	4.İst.	5.İst.	6.İst.	7.İst.
Çözünmüş oksijen (mg/L)	Y	8,84	9,06	8,7	8,2	8,1	7,33	7,25
	S	8,14	8,07	7,28	7,15	7,4	7,24	5,13
	K	9,63	9,62	8,68	9,49	9,8	9,6	8,78
	İ	9,18	9,2	8,98	8,63	8,55	7,15	7,6
	Min	8,14	8,07	7,28	7,15	7,40	7,15	5,13
	Ort.	8,95	8,99	8,41	8,37	8,46	7,83	7,19
	Mak.	9,63	9,62	8,98	9,49	9,80	9,60	8,78
pH	Y	7,03	8,03	7,56	7,25	7,82	7,95	9,4
	S	8,38	8,4	8,5	8,18	8,34	7,96	7,69
	K	8,23	8,21	8,33	8,9	8,8	8,6	8,03
	İ	7,85	7,96	8,12	8,14	7,92	7,79	7,64
	Min	7,03	7,96	7,56	7,25	7,82	7,79	7,64
	Ort.	7,87	8,15	8,13	8,12	8,22	8,07	8,26
	Mak.	8,38	8,40	8,50	8,90	8,8	8,6	9,4
Sıcaklık (°C)	Y	14,9	15,1	16,9	17,3	19,3	23,3	26,9
	S	11,2	11,8	14,7	13,5	12,7	16,6	16,5
	K	10,7	11,2	14,1	11,9	11,6	11,7	12,1
	İ	13,5	13,7	15,3	15,8	17,2	20,2	19,6
	Min	10,70	11,20	14,10	11,90	11,60	11,70	12,10
	Ort.	12,58	12,95	15,25	14,63	15,20	17,95	18,78
	Mak.	14,90	15,10	16,90	17,30	19,30	23,30	26,90
Elektriksel iletkenlik (µS/cm)	Y	301,2	299,5	391,1	304,4	318,8	370,3	457,2
	S	350,4	348,7	412	359,9	389,3	430,7	916
	K	396,7	392,9	350,3	393,4	408,2	430	470,2
	İ	358,3	348,7	364,5	330,1	411,5	430,3	553,1
	Min	301,20	299,50	350,30	304,40	318,80	370,30	457,20
	Ort.	351,65	347,45	379,48	346,95	381,95	415,33	599,13
	Mak.	396,70	392,90	412,00	393,40	411,50	430,70	916,00
NH ₄ -N (mg/L)	Y	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	S	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	K	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	İ	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
NO ₂ -N (mg/L)	Y	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	S	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	K	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	İ	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₃ -N (mg/L)	Y	0,28	1,26	0,15	0,26	0,25	0,25	0,15
	S	0,28	0,28	1,18	0,4	0,36	0,7	0,62
	K	0,16	0,25	0,77	0,4	0,35	0,54	1
	İ	0,16	0,21	1,26	0,23	0,27	0,44	0,36
	Min	0,16	0,21	0,15	0,23	0,25	0,25	0,15
	Ort.	0,22	0,50	0,84	0,32	0,31	0,48	0,53
	Mak.	0,28	1,26	1,26	0,40	0,36	0,70	1,00
PO ₄ -P (mg/L)	Y	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	S	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	K	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	İ	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cl ⁻ (mg/L)	Y	3,64	8,01	3,03	4,22	4,9	6,26	28,18
	S	2,95	3,93	8,03	4,56	5,1	8,4	132,21
	K	3,72	3,84	6,13	4,35	4,83	7,04	15,33
	İ	2,39	2,78	7,25	3,55	4,24	5,96	50,28
	Min	2,39	2,78	3,03	3,55	4,24	5,96	15,33
	Ort.	3,18	4,64	6,11	4,17	4,77	6,92	56,50
	Mak.	3,72	8,01	8,03	4,56	5,10	8,40	132,21
BOİ (mg/L)	Y	3	1	2	4	1	3	1
	S	1	1	2	2	2	1	2
	K	1	1	1	1	1	2	1
	İ	1	1	2	1	1	2	1
	Min	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Ort.	1,50	1,00	1,75	2,00	1,25	2,00	1,25
	Mak.	3,00	1,00	2,00	4,00	2,00	3,00	2,00



Şekil 2. Fizikokimyasal özelliklerine göre istasyonların gruplandırılması
Figure 2. The clustering of the stations based on physicochemical parameters

Tablo 4. Fizikokimyasal parametrelere göre su kalitesi sınıflandırması
Table 4. Water quality classes based on physicochemical parameters at the stations

	Klee (1991)				YSKKY (2012)			
	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
	2014	2014	2015	2015	2014	2014	2015	2015
1. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
2. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
3. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
4. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
5. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
6. İst.	I	I	I	I	I	I	I	I
7. İst.	I	I-II	I	I-II	IV	II	I	II

TARTIŞMA VE SONUÇ

Su sıcaklığı, sucul ekosistemlerde oldukça önemli bir parametredir. Sıcaklık artışıyla çözünmüş gazların miktarı azalmakta ve kimyasal tepkimeler hızlanmaktadır. Su sıcaklığı dolaylı olarak suyun viskozite ve yoğunluğunun değişmesine neden olarak sucul canlıların gelişimine ve dağılımına etki etmektedir (Tanyolaç, 2004; Çiçek ve Ertan, 2012). Kargı Çayı'nda, kaynak bölgesi ve bu bölgenin yakınında bulunan istasyonlarda su sıcaklığı değerleri daha düşükken nehir ağzına doğru daha yüksek değerler ölçülmüştür. Akarsularda su sıcaklığının kaynak bölgesinden nehir ağzına doğru yükselmesi, su akımının yavaşlaması ve akarsu yatağının genişlemesi nedeniyle, beklenen bir durumdur (Tanyolaç, 2004). Ayrıca sıcaklık değerleri akarsuların bölgelere ayrılmasında ve akarsu sınıflandırılmasında oldukça öneme sahip olup kaynak uzantılarında sıcaklık genelde düşük seviyelerdedir (Schmitz, 1954). Bu çalışmada da en düşük değerler kaynak bölgesinde yer alan birinci istasyonda ölçülmüştür.

Çözünmüş oksijen miktarı su kalitesinin en önemli göstergelerinden biri olup, ortamdaki metabolik olayların düzenleyicisidir (Tanyolaç, 2004). Tatlı su ekosistemlerinde oksijenli koşullarda sucul yaşamın sürdürülebilmesi için suyun minimum çözünmüş oksijen değerinin 5,0 mg/L'den az olmaması gerekmektedir (EPA, 1997). Çevresindeki kirlenme faktörleri nedeniyle yoğun kirlilik baskısı altında olan bölgelerde oksijen değerinin düşük olması beklenen bir durumdur (Simić, 1996; Barlas vd., 2000; Kara ve Çömlekçioğlu, 2004; Uyanık vd., 2005; Kalyoncu ve Zeybek, 2011). Yapılan bu çalışmada değerler 5,13-9,8 mg/L arasında değişim göstermiştir. Bu parametre bakımından tüm istasyonlar birlikte değerlendirildiğinde, akarsuyun yoğun kirlenme etkisi altında olmadığı ve sucul yaşamı olumsuz etkileyici bir duruma sahip olmadığı söylenebilir. One-Way Anova testine göre bu parametre, mevsimsel açıdan önemli derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$).

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), sudaki organik kirlenmenin bir ölçüsü olması bakımından büyük önem taşımaktadır (Egemen ve Sunlu 1996; Kaplan ve Sönmez 2000; Göksu 2003). Kullanılmış suların alıcı ortamlarını oluşturan göl, nehir ve denizlere verilmesi sonucunda BOİ₅ yükü artar. Buna karşın çözünmüş oksijen azalır. Bir bölgenin BOİ₅ değeri, o bölgenin organik madde miktarını, başka bir deyişle kirlenme miktarını verir. Böylece çeşitli bölgelerin karşılaştırılmasına olanak sağlar (Kocataş, 2008). Bu çalışmada ölçülen BOİ₅ değerleri 1,00-4,00 mg/L arasında değişim göstermiştir. Ölçülen değerlerin tamamı SKKY (2004)'ne göre I. kalite sınıfına dahil olmaktadır. Barlas vd. (2000) ve Yorulmaz (2006), yaptıkları çalışmalarda alabalık çiftliklerinden sonra yer alan örnekleme noktalarında en yüksek BOİ₅ değerlerinin ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Bu çalışmada yer alan beşinci istasyon, alabalık çiftliklerinin bulunduğu bir bölgede yer almaktadır. Ancak ölçülen BOİ₅ değerleri düşüktür. Balık çiftlikleri örnekleme noktasına yaklaşık 10 km uzaklıktadır. Ayrıca bu istasyonun hemen kenarında, onbeş yıla yakın bir süredir işletme halinde

olan ancak yoğun bir kapasiteye sahip olmayan bir dinlenme tesisi vardır. BOİ₅ değerlerinin düşük olması, akarsuyun alabalık çiftlikleri ve etrafındaki tesisler nedeniyle, henüz şiddetli bir kirlenme yükü altında olmadığına göstergesi olabilir.

pH, sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Tanyolaç (2004)'a göre; sucul sistemlerde her canlının belli bir pH aralığına toleransı vardır ve 6,4-8,6 değer aralığında canlılar gelişim gösterebilmektedir. Kargı Çayı'nın ortalama pH değerleri 7,83-8,58 arasında değişim göstermiştir. Tespit edilen bu değerler canlıların gelişim gösterebildiği değer aralığında yer almaktadır.

Sularda bulunan çözünmüş mineral maddelerin ve çözünmüş tuzların etkisi ile oluşan elektriksel iletkenlik (EC) değerinin, çözünmüş olarak bulunan toplam madde miktarı konusunda bilgi verdiği ve kirlenme için bir gösterge olarak ele alınabileceği belirtilmiştir (Taşdemir ve Göksu, 2001). Araştırma alanında en yüksek EC değerleri nehir ağzı bölgesinde yer alan yedinci istasyonda ölçülmüştür. Yapılan çeşitli araştırmalarda denizel etki nedeniyle EC değerlerinde artış olduğu bildirilmiştir (Kumbur vd., 2008; Çiçek ve Ertan, 2012). İlk beş istasyonun EC değerlerine bakıldığında birbirlerine oldukça yakın seyrettiği, altıncı istasyondaki değerlerde ise az da olsa artış olduğu belirlenmiştir. Altıncı istasyon piknik alanı olarak kullanılan bir bölgede yer almaktadır ve zaman zaman insanlar tarafından oluşturulan kirlenme etkiye maruz kalmaktadır. Tatlı sularda, kirlilik arttıkça EC değerlerinin de arttığı bilinmektedir (Verpe vd., 2005). One-Way Anova testi sonuçları, EC değerlerinin istasyonlar arasında anlamlı farklılık gösterdiğini ($P<0,05$), nehir ağzı bölgesinde ölçülen değerlerin ilk beş istasyon farklı olduğunu göstermektedir.

Sucul ortamlarda verimliliği sınırlayıcı elementler çoğunlukla fosfor ve azottur (Moss, 1988). Organik maddelerin bozulması, özellikle organik gübre ve inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı sonunda amonyum miktarı artmaktadır (Chapman ve Kimstach, 1996; Egemen ve Sunlu, 1996). Tanyolaç (2004), temiz sularda amonyum azotunun genellikle 1 mg/L'nin altında bulunduğunu belirtmektedir. Amonyum azotunun oksitlenmesi sonucu ara ürün olarak oluşan nitrit azotu, temiz sularda ya hiç bulunmaz ya da eser düzeyde bulunur (Girgin ve Kazancı, 1994). Organik kirlenmenin olduğu sularda ise yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir (Egemen ve Sunlu, 1996). Stevens ve Laughlin (1994)'a göre nitrit azotu sucul canlılar için toksik etkiye sahiptir ve sularda sürekli bulunması sucul organizmalar için sakıncalıdır. Atık su kirlenmesinde ortofosfat miktarı uygun bir göstergedir ve kirlenmemiş sularda ortofosfat miktarı 0,1 mg/L'yi geçmez ve çoğunlukla 0,03 mg/L'dir. Üst değer olan 0,1 mg/L'yi geçtiği durumlarda ise kirlilikten söz edilebilir (Höll, 1979).

Kargı Çayı'nda yapılan ölçümlerin tamamında NH₄-N, NO₂-N ve PO₄-P değerleri analiz limitlerinin altında kalmıştır. Sözü edilen bilgiler dikkate alındığında, akarsuyun yoğun bir kirlenme etkide olmaması nedeniyle, yapılan ölçümlerin analiz

limitlerinin altında kaldığı söylenebilir. Akarsu bu parametrelere göre değerlendirildiğinde I. kalite (yüksek kalite) özelliğine sahiptir (SKKY, 2004).

Nitrat azotu temiz sularda çok az miktarda bulunur (Tanyolaç, 2004). Organik kirlenmenin olduğu ve aşırı yağışlı zamanlarda tarım alanlarının yıkanmasıyla sucul ortama ulaşan nitrat miktarı artabilir (Karpuzcu, 1994). Schwörbel (1980)'e göre de atık su etkisi ile nitrat miktarı artmaktadır. Nitrat, sularda fazla miktarlarda bulunduğu zaman, insanlara kadar varan boyutlarda, çeşitli canlı gruplarına zararlı olmaktadır (Göksu, 2003). Çalışma alanında yıl boyunca ölçülen nitrat azotu değerleri 0,15-1,26 mg/L arasında değişim göstermiştir. Bu değerler hem SKKY (2004) hem de Klee (1991)'e göre yüksek kaliteli su sınıfını işaret etmektedir.

Klorür iyonu değerleri gerek içme ve endüstriyel su kalitesi gerekse sulama suyu kalitesi açısından oldukça önem taşımaktadır (Ünlü vd., 2008). Klorür değerlerinin yüksek oluşu, elektriksel iletkenliğin de yüksek değerde olduğunun göstergesidir. Pek çok içme suyunda klorür miktarı 30 mg/L'yi geçmemektedir (Egemen ve Sunlu, 1996). Kirlenmiş sularda klorür miktarı da artış göstermektedir (Klee, 1991; Kalyoncu, 2006; Kalyoncu ve Zeybek, 2011). Kargı Çayı'nda yapılan ölçümlerde ilk altı istasyonda oldukça düşük değerlerdedir ve istasyonlar bu parametreye göre I. kalite su sınıfına dahildir (SKKY, 2004). Nehir ağzı bölgesinde ise değerler 15,33 ile 132,21 mg/L arasında değişim göstermiş ve bu istasyonun ortalama Cl- iyonu miktarı 56,50 olarak bulunmuştur. Bu değere göre yedinci istasyon II. kalite (az kirlenmiş) su sınıfına dahildir

(SKKY, 2004). Çiçek ve Ertan (2012), Köprüçay Nehri'nde yaptıkları çalışmada nehir ağzı bölgesinde Cl- iyonu değerlerinin artış gösterdiğini ve bu durumun denizel etkiden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Bu parametre istasyonlar arasında önemli derecede farklılık göstermektedir ($P<0,05$).

Yapılan UPGMA değerlendirmesinde, nehir ağzı bölgesinde yer alan yedinci istasyonun diğer istasyonlardan benzerlik bakımından en uzak istasyon olduğu belirlenmiştir. Bu uzaklık nehir ağzı bölgesinin sahip olduğu farklı fizikokimyasal niteliklerden kaynaklanmaktadır. Fizikokimyasal parametrelere göre yapılan bu kümelemede, 1., 2. ve 4. istasyonlar bir grup oluştururken, 3. ve 5. istasyonlar aynı grupta yer almıştır. Özellikle ölçülen parametrelerin yıllık ortalamalarına bakıldığında, birbirlerine yakın değerlere sahip istasyonların aynı grupta yer aldığı görülmektedir.

Sonuç olarak, Kargı Çayı çevresinde yer alan bazı alabalık çiftlikleri ve yerleşim birimlerine rağmen yoğun bir kirlenme tehdidi altında değildir. Akarsu genel olarak yüksek ya da az kirlenmiş su niteliğine sahiptir. Ancak nehir ağzı bölgesinde yer alan son istasyonda, denizel etki ve alanda yapılan rekreatif düzenlemeler nedeniyle su kalitesinde düşüş olduğu düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK-KBAG 113Z608 nolu proje tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y., & Zengin, B. (2008). An Example of the Effects of Natural and Anthropologic Activities Carried out on Rivers on Aquatic Ecosystem: Yanbolu River (Arsin, Trabzon) (*in Turkish with English abstract*). *Erciyes University Journal of Natural and Applied Sciences*, 24(1-2): 389-400.
- Akbulut, M., Kaya, H., Çelik, E.Ş., Odabaşı, D.A., Odabaşı, S. S., & Selvi, K. (2010). Assessment of Surface Water Quality in the Atikhisar Reservoir and Sarıçay Creek (Çanakkale, Turkey). *Ecology*, 74(19): 139-149. doi: 10.5053/ekoloji.2010.7417
- Atalık, A., 2006. Effects of global warming on water resources and agriculture (*in Turkish with English abstract*). *Journal of Science and Utopia*, 139: 18-21.
- Barlas, M., Yılmaz, F., İmamoğlu, Ö., Akboyun, Ö. (2000). Physical, chemical and biological research on the Yuvarlakçay (Köyceğiz-Muğla) (*in Turkish*). Fisheries Symposium 2000 (pp. 249-265). Sinop, Turkey: Proceedings Book.
- Boran, M., & Sivri, N. (2001) Determination the Nutrient and Suspended Solid Mater Loads of Solaklı and Sürmene River (Trabzon, Türkiye) (*in Turkish with English abstract*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3-4): 343-348.
- Bulut, V.N., & Tüfekçi, M. (2005). The Determination of Water Quality in Kalyon Stream (Trabzon, Maçka). *Turkish Journal of Aquatic Life*, 3(4): 377-384.
- Chapman, D., & Kimstach, V. (1996). Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring (Second Edition). In D. Chapman (Ed), Chapter 3, UNESCO / WHO/ UNEP. Cambridge: Great Britain at the University Press.
- Cirik, S., & Cirik, S. (2008). Limnology (6th edition) (*in Turkish*). İzmir: Ege University Fisheries Faculty Press.
- Çiçek, N. L., & Ertan Ö.O. (2012). Determination of the Water Quality of Köprüçay River (Antalya) According to the Physico-Chemical Parameteres (*in Turkish with English abstract*). *Ecology*, 21(84): 54-65. doi: 10.5053/ekoloji.2012.847
- Egemen, Ö., & Sunlu, U. (1996). Water Quality (Second Edition) (*in Turkish*). İzmir: Ege University Press.
- EPA. 1997. Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. http://water.epa.gov/type/rsll/monitoring/upload/2002_08_13_volunteer_stream_stream.pdf. (United States Environmental Protection Agency) Erişim Tarihi: 01.12.2015.
- Girgin, S., & Kazancı, N. (1994). Researches On Inland Waters of Turkey I. Evaluation of Water Quality of Ankara Stream Using Physico-Chemical and Biological Parameters (*in Turkish*). Ankara: Özyurt Press.
- Göksu, M.Z.L. (2003). Water Pollution (*in Turkish*). Adana: Çukurova University Fisheries Faculty Press.
- Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E., & Celep, S. (2012). Determination of Water Quality Parameters in Wet Season of Surface Water in Trabzon (*in Turkish with English abstract*). *Ecology*, 21(82): 77-88. doi: 10.5053/ekoloji.2011.8211
- Höll, K. (1979). Wasser (Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie) (6. Auflage) Berlin: de Gruyter.
- Jorgensen S.E., & Rast, W. (2007). The Use of Models for Synthesizing Knowledge for Integrating Lake Basin Management and Facilitating Implementation of the World Lake Vision, Lakes and Reservoirs. *Research and Management*, 12: 3-13. doi: 10.1111/j.1440-1770.2007.00316.x

- Kalyoncu, H. (2006). Determination of Water Quality in Isparta Stream According to Physicochemical Parameters and Epilithic Diatoms (*in Turkish with English abstract*). *Süleyman Demirel University Journal of Science*, 1(1-2): 14-25.
- Kalyoncu, H., & Zeybek, M. (2011). An Application of Different Biotic and Diversity Indices For Assessing Water Quality: A Case Study in The Rivers Çukurca and Isparta (Turkey). *African Journal Agricultural Research*, 6(1): 19-27.
- Kaplan, M., & Sönmez, S. (2000). Evaluation of Water Quality and Pollutants of Streams in Belek Special Environmental Protection Area (*in Turkish with English abstract*). *Ecology*, 9(34): 21-26.
- Kara, C., & Çömlekçioğlu, U. (2004). Investigation of Karacay's (Kahramanmaraş) Pollution with Biological and Psycho-Chemical Parameters (*in Turkish with English abstract*). *Kahramanmaraş Sütçüimam University Journal of Science and Engineering*, 7(1): 1-7.
- Karacaoğlu, D. (2006). Determination of pollution level related to epipellic diatoms and benthic macroinvertebrates in Emet Stream (*in Turkish with English abstract*). Uludağ University Graduate School of Natural and Applied Science, PhD thesis.
- Karpuzcu, M. (1994). Environmental Pollution and Control (4th edition). İstanbul: Kubbealtı Press.
- Kasımoğlu, C., & Yılmaz, F. (2014). Investigation of Some Physical And Chemical Properties of Tersakan stream (Muğla, Turkey). *Balıkesir University Journal of Natural and Applied Sciences*, 16(2): 51-67.
- Klee, O. (1991). Applied Hydrobiology (Second revised and expanded edition) (in German). Stuttgart-New York: G. Theieme Verlag
- Kocataş, A. (2008). Ecology and Environmental Biology (10th edition). İzmir: Ege University Faculty of Science Press.
- Kovach, W.L. (1998). MVSP, A Multivariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Pentraeth, UK: Kovach Computing Services.
- Kumbur, H., Özsoy, H.D., & Özer, Z. (2008). Determination of The Effects of Chemicals Used in Agricultural Area on Water Quality in Mersin Province. *Ecology*, 17(68): 54-58. doi:10.5053/ekoloji.2008.687
- Moss, B. (1988). Ecology of Fresh Waters (2nd edition). London: Oxford Blackwell Scientific Publications.
- Özgüler, H. 1997. Water, water resources and environmental issues. Ankara: Meteoroloji TMMOB Chamber of Meteorological Engineers Press.
- Schmitz, W. (1954). Fundamentals of the investigation of the temperature conditions in the watercourses (*in German*). Ber. Limnol. Flusstation, Freudenthal, 6: 29-50.
- Schwörbel, J. (1980). Introduction to Limnology (4th edition). Stuttgart: G. Fischer Verlag.
- Simić, V. (1996). A Study on the Trgovski Timok Assesment of River Conditions by Ecological Benthic Fauna Analysis. *The Archives of Biological Sciences*, 48(3-4): 101-109.
- SKKY, (2004). Turkish Water Pollution Control Regulation, (TWPCR), 2008. The Regulation of Water Pollution Control. Ministry of Environment and Forestry. Official Newspaper, 31.12.2004 No: 25687.
- Stevens, R.J., & Laughlin, R.J. (1994). Determining nitrogen-15 in nitrite or nitrate by producing nitrous oxide. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1108-1116.
- Tanyolaç, J. (2004). Limnology (3rd edition) (in Turkish). Ankara: Hatipoğlu Press.
- Taşdemir, M., & Göksu, M.Z.L. (2001). Some Water Quality Criteria of Asi River (Hatay) (*in Turkish with English abstract*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-2): 55-64.
- Topkara, E.T., Özbek, M., Taşdemir, A., Yıldız, S., Balık, S., & Ustaoglu, M.R. (2011). Determination of Pollution Level of Yuvarlak Stream (Köyceğiz-Muğla) by Using Benthic Macro Invertebrates. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(9): 1194-1201. doi: 10.3923/javaa.2011.1194.1201
- Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Morkoç, E., Tolun, L., Karakaş, D., Karakoç, F.T., Olgun, A., & Aydoğan, C. 2003. The Determination of Toxic Phytoplankton Species in the Ömerli Dam Lake and the Detection of Proposals for Improving Water Quality (*in Turkish with English abstract*). Final Report No: 50275 02, Tübitak Mam Earth And Marine Sciences Institute: Kocaeli.
- Ucun Özel, H., & Gemici, B.T. (2016). Determination of Bartın River Pollution Using the Physical Parameters (*in Turkish with English abstract*). *The Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences of Mehmet Akif Ersoy University*, 7(1): 52-58.
- UNEP. 2006. Global Environment Outlook. http://www.unep.org/pdf/annualreport/UNEP_AR_2006_English.pdf
- Uyanık, S., Yılmaz, G., Yeşilnacar, M.I., Aslan, M., & Demir, O. (2005). Rapid assessment of river water quality in Turkey using benthic macroinvertebrates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14: 268-272.
- Ünlü, A., Çoban, F., & Tunç, S. (2008). Investigation of Lake Hazar Water Quality According to Physical And Inorganic Chemical Parameters (*in Turkish with English abstract*). *Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 23(1): 119-127.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D., Şahin, C. (2005) Determination of Water Quality in terms of Physico-Chemical Structure of the River Iyidere (Trabzon). *Ecology*, 14(57): 26-35.
- Yorulmaz, B. (2006). Determination of The Water Quality of Eşen River (Kocaçay) from Physical, Chemical and Biological Viewpointes (*in Turkish with English abstract*). Ege University Graduate School of Natural and Applied Science, PhD Thesis.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Gökkuşaağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nın inaktive *Flavobacterium psychrophilum* içeren aljinat mikropartikülleri ile immunizasyonu

Immunization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with alginate microparticles containing inactivated *Flavobacterium psychrophilum*

Ünal İspir¹ • Cebrahil Türk² • Muammer Kırıcı^{3*} • M.Reşit Taysı³ • Mikail Özcan⁴

¹ İnönü Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Malatya, Türkiye

² Bingöl Üniversitesi, Genç Meslek Yüksek Okulu, Su Ürünleri Programı, Bingöl, Türkiye

³ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Bingöl, Türkiye

⁴ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

* Corresponding author: muammerkirci@hotmail.com

Received date: 11.10.2015

Accepted date: 23.05.2016

How to cite this paper:

İspir, Ü., Türk, C., Kırıcı, M., Taysı, M.R. & Özcan, M. (2016). Immunization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with alginate microparticles containing inactivated *Flavobacterium psychrophilum* (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 233-240.
doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.07

Öz: Bu çalışmada, formalin ile inaktive edilmiş *Flavobacterium psychrophilum*'un sodyum aljinat ile kaplanmış mikropartiküller ile 28 gün için beslenen gökkuşaağı alabalık (*Oncorhynchus mykiss*)'larının hastalığa karşı koruma oranları tespit edildi. Balıklar kontrol, sodyum aljinatlı grup, 2.5 ve 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem, 2.5 ve 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem ile beslenen olmak üzere altı gruba ayrıldı. Oral immunizasyonu takiben 53 ve 87. gün 3.2×10^7 CFU/ml *F. psychrophilum* ile 1 saat banyo yaptırılarak deneysel enfeksiyon oluşturuldu ve nispi hayatta kalma (Relative percent survival, RPS) oranları belirlendi. İmmunizasyonun 53. gününde kontrol grubu balıklarında %79.2 oranında mortalite gözlenirken en yüksek RPS değeri 62.1 ile 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile beslenen grupta tespit edildi. *F. psychrophilum* ile 87. günde yapılan enfeksiyonda kontrol grubunda 74.8 mortalite oranı bulunmuşken diğer gruplardaki RPS oranı sırasıyla 30.48, 35.30, 40.10, 50.25 ve 56.68 olarak belirlendi. Bu bulgulara göre inaktive bakteri hücreleri kullanılarak sodyum aljinat mikropartikülleri ile kapsüllenen yem ile beslenen balıklarda koruyuculuğun yeterli düzeyde oluşmadığı ileri sürülebilir.

Anahtar kelimeler: Gökkuşaağı alabalığı, *Flavobacterium psychrophilum*, sodyum aljinat mikropartikülleri, nispi hayatta kalma oranları

Abstract: In this study, survival rate of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), fed for 28 days with sodium alginate microparticles containing *Flavobacterium psychrophilum* inactivated with formalin, against diseases is determined. The fishes are divided into six groups in terms of feeding method; control group, sodium alginate group, fishmeals including 2.5 and 10 mg/g *F. psychrophilum*, fishmeals of 2.5 and 10 mg/g *F. psychrophilum* encapsulated with alginate microparticles. Following by oral immunization, experimental infection is created by bathing them in 3.2×10^7 CFU/ml *F. psychrophilum* for 1 hour at 53. and 87. days and relative percent survival (RPS) rates are determined. At fifth third day of immunization, while mortality rate of 79.2% is observed for control group, the highest RPS value of 62.1 is found for the group fed with 10 mg/g *F. psychrophilum* alginate microparticles. At eighty seventh day in infectious *F. psychrophilum*, while control group's mortality rate is found 74.8, the rest of groups RPS rates are determined 30.48, 35.30, 40.10, 50.25 and 56.68 respectively. Based on these findings, it can be asserted that protectiveness of fishes, fed with fishmeal encapsulated with sodium alginate microparticles by using inactivated bacterial cells, is not achieved at a sufficient level.

Keywords: Rainbow trout, *Flavobacterium psychrophilum*, sodium alginate microparticles, relative percent survival rates

GİRİŞ

Günümüzde yetiştiricilik sektörü tür ve miktar bakımından sürekli gelişirken kültüre alınan balıkların çok çeşitli bakteriyel hastalıklar ile karşı karşıya kalması yetiştiriciliğin önünde çok büyük bir sorun oluşturmaktadır. Bu hastalıklara bağlı kayıplar da çok büyük olmaktadır. Bu nedenle balık yetiştiriciliğinin ekonomik olması için balık hastalıklarının kontrolünün başarılı biçimde yapılması gereklidir.

Flavobacterium psychrophilum'un neden olduğu

Gökkuşaağı Alabalığı Yavru sendromu günümüzde birçok ülkede yaygın olarak görülen enzootik bir hastalık olup, 0.2-5 g ağırlığındaki gökkuşaağı alabalığı yavruları hastalığa duyarlılık göstermektedir. Dünyanın birçok ülkesinde 1985 yılından beri gökkuşaağı alabalık yavrualarında %90'lara varan mortaliteyle kendini göstermektedir. Ülkemizde de Ege, Marmara, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki gökkuşaağı alabalığı yetiştiriciliği yapılan işletmelerden bu bakteri izole edilmiştir

(Çağırğan vd., 1997; Korun ve Timur, 2001; İspir vd., 2004; Özer vd., 2008; Yıldırım ve Özer, 2010).

Aşılama, balıkları enfeksiyonlardan korumak için önemli bir işlemdir. Bakteriyel balık hastalıklarına karşı aşı olarak inaktive bakteri uygulamaları yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat bakterinin inaktivasyonu sırasında antijenlerin etkisi azalmaktadır (Sommerset vd., 2005). *F. psychrophilum*'a karşı inaktive canlı ya da ölü aşılar geliştirilmiş olmasına rağmen koruma süresinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir (LaFrentz vd., 2002; Dumetz vd., 2007; Högfors vd., 2008; Plant vd., 2009; Gliniewicz vd., 2012). Balık üretiminde yaygın olarak görülmesine rağmen bu bakteri için günümüzde ticari bir aşı bulunmamaktadır (Schubiger vd., 2015).

Oral yolla aşılama, enjeksiyon ve banyo yoluyla yapılan aşılamadan uygulama bakımından daha fazla avantaja sahiptir. Fakat, aşılamanın oral olarak verildiği denemelerde korumanın yetersiz olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni immunojenik materyalin, vücutta immün direnç aktivasyonunun gerçekleştirileceği son bağırsaklara ulaşmadan bağırsak boyunca yıkımlanmasıdır (Vandenberg, 2004). Mikropartiküller yem kullanılarak balıkların immunizasyonunu sağlamak, ilgi çeken bir konu olmakla birlikte yapılan çalışma sayısı oldukça azdır (Piganelli vd., 1994; Polk vd., 1994; Dalmo vd., 1995; Lavelle vd., 1997; Joosten vd., 1997; Romalde vd., 2004; Tian vd., 2008; Altun vd., 2010; Behera vd., 2010; León-Rodríguez vd., 2012).

Bu araştırma ile gökkuşağı alabalığı yavru sendromuna karşı, inaktive *F. psychrophilum*'un sodyum aljinat ile kaplanmış mikropartikül bakterinler ile gökkuşağı alabalıklarında enfeksiyona karşı korunmada kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Balık

Çalışmanın materyalini oluşturan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Devlet Su İşleri 9. Bölge Müdürlüğü, Keban Su Ürünleri Şube Müdürlüğü'nden gözlenmiş yumurta halinde alındı ve yumurtaların inkübasyonu ile elde edildi. Yumurtadan çıkan ve besin keselerini tüketen balıklar günlük olarak ticari bir alabalık yavru yemi ile beslendi. Tüm balıkların yem almaya tam olarak alışmasıyla beraber çalışma başlatıldı.

Bakteri

Çalışmada; bölgemizde bulunan gökkuşağı alabalığı işletmelerindeki balıklardan daha önceki bir çalışmamızda (İspir vd., 2004) izole edilen ve izolatin *F. psychrophilum* olduğu Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) ile ortaya konulan bir suş kullanıldı. *F. psychrophilum* bakterini elde edilmeden önce suşun herhangi bir kontaminasyona maruz kalıp kalmadığını tespit etmek amacıyla, etkenin bazı morfolojik ve biyokimyasal özellikleri yeniden tespit edildi. Tryptone yeast extract salts agarı (TYES-A) ekilerek 18°C'de 5 gün inkübasyona bırakıldı. Stok kültürler %15 gliserin içeren TYES-A'da -80°C'deki bir derin dondurucuda saklandı.

Bakterinin Hazırlanışı

Bakteri, TYES-A'ya ekilerek 18°C'de 5 gün inkübasyona bırakıldı. Tryptone yeast extract salts broth (TYES-B)'a geçen bakterinin sıvı ortamda üremesi sağlandı. Buradan 2.5 ml alınarak içinde 250 ml TYES-B bulunan 1000 ml'lik balona aktarılıp 18°C'de 5 gün için inkübe edildi. Kültürün son hacmine %0.3 formalin ilave edildi ve bir gece için 18°C'de inkübe edilerek inaktif edildi. Formalin ile inaktif hale getirilen hücreler (FKC) 8000 x g'de 40 dakika için santrifüj edilerek toplandı.

Elde edilen FKC, +4°C'de buzdolabında bir gece bekletildikten sonra buradan alındı ve sterilite kontrolü için TYES-A'ya geçildi. Kültürler bir etüve konarak 18°C'de 5 gün için gözlemlendi. Süre sonunda hiç bir üremenin olmadığı örnekler, kullanılabildiği kadar +4°C'deki bir buzdolabında saklandı.

Sodyum Aljinat Mikropartiküllerinin Hazırlanışı

Partiküller, Mofidi vd. (2000)'in bildirdiği teknikte elde edildi. Buna göre; steril aljinat solüsyonu (%2-4) hazırlanarak %0.2-2 span 80 ve bitkisel yağ ilave edilerek hazırlanan solüsyon 500–2000 rpm'de 10 dakika karıştırıldı. *F. psychrophilum* bakterini bu solüsyona ilave edildi ve karıştırıldı. Daha sonra 75 ml jel solüsyonu (5g CaCl₂.2H₂O + 37.5 ml distile su + 37.5 ml etanol) ve 2.5 ml asetik asitin ilavesiyle hazırlanan solüsyon 500–2000 rpm'de 10 dakika karıştırıldı. Emülsiyona, son olarak 150 ml 0.05 M CaCl₂ eklendi. Mikropartiküller filtrasyon ile toplandı. Aseton ile yıkanıp kullanılabildiği kadar buzdolabında saklandı.

Oral İmmünizasyon için Yemin Hazırlanması

Gökkuşağı alabalığı beslenmesinde kullanılan ticari bir yem, distile su ile hamur kıvamına getirilerek *F. psychrophilum* ve/veya aljinat mikropartikülleri ile karıştırıldı. Homojen haline getirilmiş yem, 50 ml şırınga içerisinden geçirilerek, 48 saat oda sıcaklığında kurutuldu. Denemede pozitif ve negatif kontrol grupları yanında 4 farklı deneysel yem oluşturuldu. Bunlar;

- I: kontrol (ticari bir alabalık yemi)
- II. sodyum aljinat ilaveli yem (1g/kg)
- III. 2.5 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem
- IV. 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem
- V. 2.5 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem
- VI. 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem

Lethal Doz (LD) Tespiti

F. psychrophilum suşunun letal dozunun belirlenmesi Reed ve Muench (1938) metodundan yararlanılarak yapıldı. Bunun için, PBS ile sulandırılmış 10⁴–10¹⁰ hücre/ml canlı bakteri her gruptaki 20 balığa 1 saat banyo şeklinde uygulandı. Kontrol grubu balıkların sularına ise steril Fosfat Buffer Salin (PBS) ilave edildi. On dört gün boyunca mortalite oranı kaydedilerek SPSS istatistik programı ile Probit analizi yapılarak hesaplandı.

Balıkların İmmünizasyonu

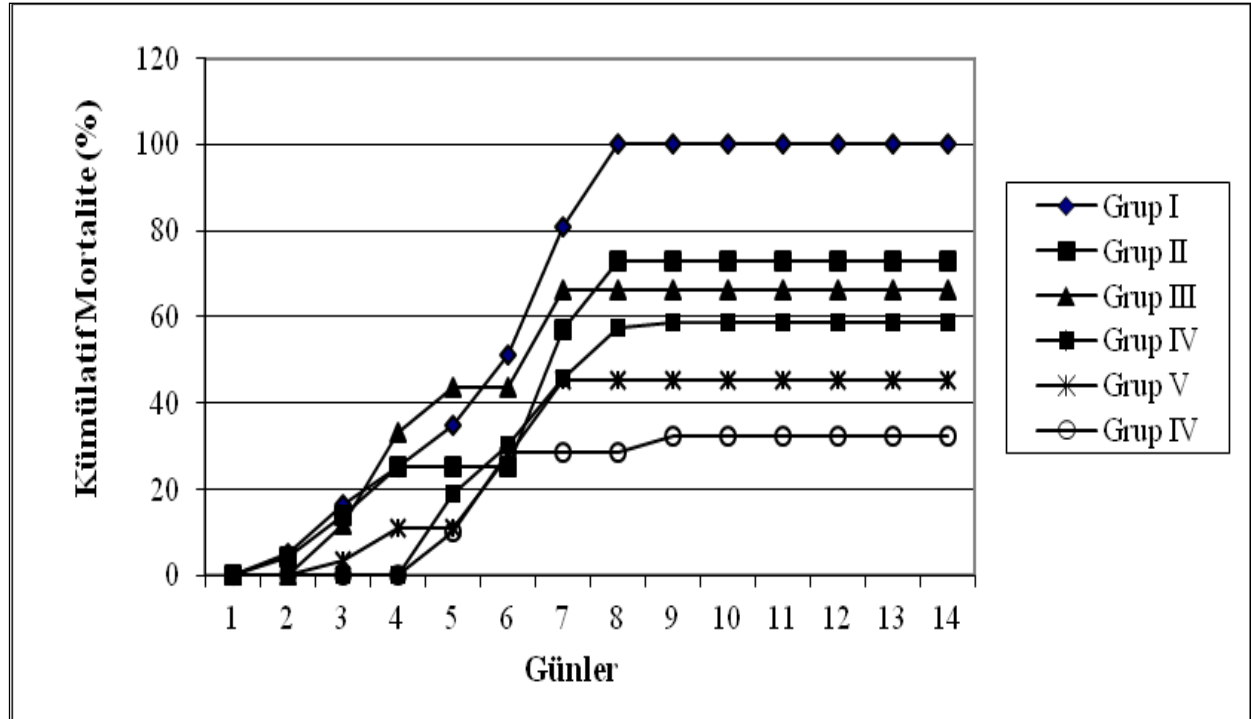
DSİ 9. Bölge Müdürlüğü, Keban Su Ürünleri Şube Müdürlüğünden temin edilen gözlenmiş yumurtalar laboratuvarlarımızda kurulan düzeneklere yerleştirilerek açılmaları sağlandı. Açılan ve besin keselerini tüketen yavrular her grupta 250 adet olacak şekilde 2'si kontrol (ticari bir alabalık yemi, sodyum aljinat ilaveli yem) 4'ü deneysel grup (2.5 ve 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; 2.5 ve 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleriyle kapsüllenene yem) olmak üzere 6 gruba ayrıldı. Ağırlıkları 0.5–1 g olan balıklar kontrol ve deneme yemleri ile 28 gün beslendi. Daha sonra balıklar, Kondo vd. (2003)'nın bildirdiği şekilde *F. psychrophilum*'un belirlenen LD70 dozu ile 1 saat banyo yaptırılarak enfekte edildi. Kontrol grubu balıkların sularına ise steril fosfat buffer salin (PBS) ilave edildi. On dört gün boyunca mortalite oranı kaydedildi. Yeni ölmüş veya ölmek üzere olan balıkların iç organlarından TYES-A'ya ekimler yapıp 18°C'de 5 gün inkübe edildi. İç organlardan *F. psychrophilum* izole edilen balıklar bu bakteriden kaynaklanan ölüm olarak kaydedildi. Nispi hayatta kalma oranı aşağıdaki formüle göre tespit edildi (Amend, 1981), Nispi Hayatta Kalma Yüzdesi (RPS): $[1 - (\text{Aşılılardaki Ölüm Oranı} / \text{Aşısızlardaki Ölüm Oranı})] \times 100$

İstatistiksel Analizler

Denemede elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri Minitab Software istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirildi. Oral immunizasyonun zamana bağlı olarak balıkların hayatta kalma etkisi varyans analizi (ONEWAY – ANOVA) ile test edildi.

BULGULAR

F. psychrophilum suşunun LD70 dozu, yapılan probit analizi sonucu 3.2×10^7 hücre/ml olarak tespit edildi. Balıkların sodyum aljinat ve *F. psychrophilum* içeren sodyum aljinat mikropartikülleri ile oral immunizasyonu sonucu 53. günlerde *F. psychrophilum*'un LD70 dozu ile yapılan epruvasyon sonuçları Tablo 1-2 ve Şekil 1-2'de verilmiştir. Buna göre 53. günde yapılan epruvasyon sonucunda kontrol grubu balıklarda mortalite %79.2 oranında görüldüğü halde sodyum aljinat içeren kontrol grubunda da %56 oranında mortalite saptanmıştır. Buna karşın hem inaktive *F. psychrophilum* hem de *F. psychrophilum* ve aljinat mikropartikülleri içeren yemlerle beslenen balıklarda (Grup III-VI) mortalite oranı kontrol grubu balıklarına göre azaldığı ($p < 0.05$) tespit edildi.



I. kontrol (ticari bir alabalık yemi); II. sodyum aljinat ilaveli yem (1 g/kg); III. 2.5 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; IV. 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; V. 2.5 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem; VI. 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem

Şekil 1. Gökkuşluğu alabalığı yavrularında *F. psychrophilum*'a karşı oral yolla uygulanan aşı formülasyonlarının 53. günde kümülatif mortaliteye etkisi

Figure 1. The effect of orally administered vaccine formulations against *F. psychrophilum* to cumulative mortality at 53th day in rainbow trout fry

Grup III, IV, V ve VI'daki mortalite oranları sırasıyla 5.0, 47.2, 38.8 ve 30.0 olarak bulundu. 53. günde yapılan epruvasyon sonucunda ise en yüksek korumayı 62.1 RPS ile grup VI olduğu tespit edildi. Diğer gruplardaki RPS oranı ise sırasıyla 29.3, 33.4, 40.4 ve 51.0 olarak hesaplandı. Deneysel gruplarda ölümler 2. günden itibaren başladı ve 8. güne kadar devam etti.

İmmünizasyonu yapılan balıklara 87. günde yapılan 2. epruvasyon sonucunda ise; kontrol grubu balıklarda mortalite %81 oranında görüldüğü halde sodyum aljinat içeren kontrol grubunda da %52 oranında mortalite saptanmıştır. Buna karşın

53. günde olduğu gibi hem inaktif *F. psychrophilum* hem de *F. psychrophilum* ve aljinat mikropartikülleri içeren yemlerle beslenen balıklarda (Grup III-VI) mortalite oranının kontrol grubu balıklarına göre istatistiki olarak azaldığı ($p<0.05$) tespit edildi. Grup III, IV, V ve VI'daki mortalite oranları sırasıyla 48.4, 44.0, 37.2 ve 32.4 olarak bulundu. 87. günde yapılan epruvasyon sonucunda en yüksek korumayı 56.68 RPS ile yine grup VI'de olduğu tespit edildi.

Diğer gruplardaki RPS oranı ise sırasıyla 30.48, 35.3, 40.10 ve 50.25 olarak hesaplandı. Deneysel gruplarda ölümler 4. günden itibaren başladı ve 13. güne kadar devam etti.

Tablo 1. Gökkuşluğu alabalığı yavrularında *F. psychrophilum*'a karşı hazırlanan aşılardan etkinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan deneme grupları

Table 1. Treatment groups used in evaluation of vaccine efficacies prepared against *F. psychrophilum* in rainbow trout fry

Gruplar	Balık sayısı I.Epruvasyon (53. gün)	Epruvasyon Oranı (hücre/ml)
Grup I	250	3.2×10^7
Grup II	250	3.2×10^7
Grup II	250	3.2×10^7
Grup IV	250	3.2×10^7
Grup V	250	3.2×10^7
Grup VI	250	3.2×10^7
II. Epruvasyon (87. gün)		
Grup I	250	3.2×10^7
Grup II	250	3.2×10^7
Grup II	250	3.2×10^7
Grup IV	250	3.2×10^7
Grup V	250	3.2×10^7
Grup VI	250	3.2×10^7

I. kontrol (ticari bir alabalık yemi); II. sodyum aljinat ilaveli yem (1 g/kg); III. 2.5 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; IV. 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; V. 2.5 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem; VI. 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem

Tablo 2. Gökkuşluğu alabalığı yavrularında *F. psychrophilum*'a karşı oral yolla uygulanan farklı aşı formülasyonlarının koruma etkinliği

Table 2. Protective efficacy of orally administered different vaccine formulations against *F. psychrophilum* in rainbow trout fry

Gruplar	Mortalite I.Epruvasyon (53. gün)	RPS
Grup I	79.2	-
Grup II	56.0	29.3
Grup II	52.0	33.4
Grup IV	47.2	40.4
Grup V	38.8	51.0
Grup VI	30.0	62.1
II. Epruvasyon (87. gün)		
Grup I	74.8	-
Grup II	52.0	30.48
Grup II	48.4	35.30
Grup IV	44.8	40.10
Grup V	37.2	50.25
Grup VI	32.4	56.68

I. kontrol (ticari bir alabalık yemi); II. sodyum aljinat ilaveli yem (1 g/kg); III. 2.5 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; IV. 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; V. 2.5 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem; VI. 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem



I. kontrol (ticari bir alabalık yemi); II. sodyum aljinat ilaveli yem (1 g/kg); III. 2.5 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; IV. 10 mg/g *F. psychrophilum* içeren yem; V. 2.5 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem; VI. 10 mg/g *F. psychrophilum*'un aljinat mikropartikülleri ile kapsüllendiği yem

Şekil 2: Gökkuşaağı alabalığı yavrularında *F. psychrophilum*'a karşı oral yolla uygulanan aşı formülasyonlarının 87. günde kümülatif mortaliteye etkisi

Figure 2. The effect of orally administered vaccine formulations against *F. psychrophilum* to cumulative mortality at 87th day in rainbow trout fry

TARTIŞMA

F. psychrophilum'a karşı intraperitoneal (i.p) olarak immunizasyon denemeleri (Holt, 1987; Obach ve Baudin Laurencin, 1991; LaFrentz vd., 2002; 2004; Rahman vd., 2002; 2003) yapılmıştır. Coho salmon, gökkuşaağı alabalığı ve *Plecoglossus altivelis*'da adjuvantsız ve adjuvantlı aşı preparasyonları kullanılmıştır (Holt, 1987; Obach ve Baudin Laurencin, 1991; Rahman vd., 2000; 2002; 2003; LaFrentz vd., 2002; 2004). Holt (1987) ve LaFrentz vd. (2002), Coho salmon ve gökkuşaağı alabalığında formalin ile inaktive edilmiş *F. psychrophilum* hücreleri ve Freund's complete adjuvant (FCA)'ın i.p enjeksiyon ile iyi bir korunmanın oluştuğunu bildirmiştir. Aynı şekilde *Plecoglossus altivelis*'da da *F. psychrophilum*'un lipopolisakkarit ve dış membrane proteinleri (OMP) içeren deneysel bir aşının etkili olduğu tespit edilmiştir (Rahman vd., 2002). LaFrentz vd. (2002), *F. psychrophilum*'un 41-49 ve 70-110 kDa ağırlığındaki immunojenik bölgelerinin FCA ile emülsifiyesi ile hazırlanan aşının bakteriye karşı korunmada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Obach ve Baudin Laurencin (1991), gökkuşaağı alabalıklarında ısı ile inaktive edilmiş *F. psychrophilum* hücrelerini adjuvant kullanmadan i.p olarak enjekte etmiş ve iyi bir korunmanın sağlandığını rapor etmişlerdir. Rahman vd. (2002) ise, adjuvant ilave edilmemiş formalin ile inaktive hücrelerin intra peritoneal (i.p) olarak uygulamasının *F. psychrophilum* enfeksiyonuna karşı etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Diğer bakteriyel balık patojenleri ile kıyaslandığında, *F. psychrophilum* ile ilgili olarak spesifik antijen immunitesi ve deneysel aşı geliştirme bilgilerinin yetersiz kaldığı bildirilmiştir. Balık serumundaki komplement sistem humoral savunmada rol

oynamasına rağmen, *F. psychrophilum* ile doğal enfekte olmuş gökkuşaağı alabalığı yavrularında etkene yanıtın yetersiz kaldığı ifade edilmiştir (Ekman, 2003; Nematollahi vd., 2003; Cipriano ve Holt, 2005). Dalsgaard (2000), biri i.p. ve diğeri de banyo tarzında olmak üzere aşılama çalışması gerçekleştirmiştir. Periton içi aşılama ile alınan immün yanıtın banyo tarzında yapılan aşılama göre daha zayıf olduğu saptanmış fakat kesin sonuçlar elde edilememiştir. İmmünstimulan yemlemenin de non-spesifik immün sisteme etki etmediği belirtilmiştir. Etkenin özellikle gökkuşaağı alabalığı yavrularında bağışıklık sistemini baskı altına alarak enfeksiyona yol açtığı bilinmektedir. Deneysel olarak i.p. uygulanan bakterin aşılarının, yavrularda bağışıklık sağlamadığı tespit edilmiştir (Ekman, 2003; Nematollahi vd., 2003; Cipriano ve Holt, 2005). Bu nedenlerden dolayı bu bakteriye karşı pratik olarak kullanılabilecek yeni aşı stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada *F. psychrophilum*'a karşı koruyuculuğu arttıran hem de kolay uygulanması nedeniyle işletmelerde pratik olarak uygulanabilecek oral bir aşılamanın uygulaması gerçekleştirildi ve aljinat mikropartikülleri ile kapsüllenen *F. psychrophilum* antijeninin balıklarda koruyucu etki sağladığı fakat bu etkenin yeterli düzeyde olmadığı tespit edildi.

İmmünostimulantların, akuatik hayvanların bağışıklık sistemini artırdığı ve patojenlere karşı direnci tetiklediği önceki çalışmalarda gözlenmiştir (Sakai, 1999; Ringo vd., 2012). Sodyum aljinat gibi polisakkaritlerin balık patojenlerine karşı balıkta ve karideslerde koruyuculuğu artırdığı tespit edilmiştir (Fujiki vd., 1994; Fujiki ve Yano, 1997; Liu vd., 2006; Yeh vd., 2008). Kahverengi alglerden elde edilen sodyum aljinat türevlerinin sazanlarda Edwardsiella tarda enfeksiyonuna karşı

korunmayı ve non-spesifik bağışıklık sistemini olumlu olarak arttırdığı rapor edilmiştir (Fujiki vd., 1994; Fujiki ve Yano, 1997). Yemlere sodyum aljinat ilavesinin karideslerde *Streptococcus* sp. ve iridovirüs enfeksiyonlarına karşı koruyuculuk sağladığı da bildirilmiştir (Liu vd., 2000; Chiu vd., 2008; Yeh vd., 2008).

Bu çalışmada diyetlere sodyum aljinat (1.0 g/kg) uygulanan gökkuşağı alabalıklarında (Grup II) *F. psychrophilum*'a karşı hayatta kalma oranını artırdığı tespit edilmiştir. Sodyum aljinatın patojenlere karşı direnci artırması türe, beslenme sıklığına ve doza bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Cheng vd., 2005).

Diğer bakteriyel balık enfeksiyonlarında olduğu gibi *F. psychrophilum*'dan kaynaklanan sorunlarda da oral immunoprofilaksinin oluşturulması hem işgücü rahatlığı sağlaması ve hem de balık büyüklüğünde sınırlandırmanın daha az olmaması nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak oral immunizasyon ile korunmanın sınırlı olduğu da bildirilmiştir (Dumetz vd., 2007; Högfors vd., 2008; LaFrentz vd., 2008; Plant vd., 2009; Gliniewicz vd., 2012). Formalin ile inaktif *F. psychrophilum* ile 0.5 g ağırlığındaki juvenil *Plecoglossus altivelis* oral yolla aşılanmıştır (Kondo vd., 2003). Formalin ile inaktif *F. psychrophilum* karıştırılmış yemler ile 2 hafta boyunca beslenen balıklar 3 ve 7. haftalarda deneysel olarak canlı bakteriye maruz bırakılarak aşının etkinliği test edilmiştir. Ancak enfeksiyona karşı korunmanın yeterli olmadığı tespit edilmiştir (Kondo vd., 2003). Aoki vd., (2007) inaktif *F. psychrophilum*'u 1.6 g ağırlığındaki gökkuşağı alabalıklarına oral yola vermiş ve immunizasyonun düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Sudheesh vd., (2016), sınırlı miktarda demir ilave edilmiş besi yerlerinde üretilen *F. psychrophilum* ile beslenen gökkuşağı alabalıklarında, denemenin 2. ve 7. haftasında

antikor düzeyinin kontrol grubu balıklarına oranla önemli derecede yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Üretilen aşının RPS değerinin %69 olduğunu tespit etmişlerdir. Romalde vd. (2004), *Lactococcus* enfeksiyonuna karşı kapsüllenmiş ve kapsüllenmemiş yem ile beslenen alabalıklarda immunizasyon sağlandığını ve RPS değerini oldukça yükselttiğini bildirmiştir. Uygulamanın 30. gününde korumanın %87 arttığını tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar *Vibrio anguillarum*'a karşı oral aşılama yapılan balıklarda da gözlenmiştir (Joonsten vd., 1997).

Kontrol grubu balıklarda 53. günde mortalite oranı %79.2 ve 87. günde %74.8 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde sodyum aljinat, *F. psychrophilum* ve *F. psychrophilum* ile sodyum aljinat karışımının uygulandığı gruplarda da 87. günde RPS değerinde de bir azalmanın olduğu görülmektedir. Kontrol grubundaki mortalite düşüklüğünü balıkların ağırlığı değiştiğinden dolayı direnç artışına, deneme gruplarındaki azalmayı ise aşı etkinliğinin azalmasından kaynaklanabileceğine bağlayabiliriz.

Bu çalışmada bakterinin oral uygulanmasından 52 ve 87. gün sonunda RPS değeri en yüksek VI. grupta 62.1 ve 56.68 olarak tespit edildi. Mikropartiküler yemlerle gökkuşağı alabalığında *F. psychrophilum*'a karşı yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bulgulara göre inaktif bakteri hücreleri kullanılarak sodyum aljinat mikropartikülleri ile kapsüllenene yemlerle beslenen balıklarda koruyuculuğun yeterli düzeyde oluşmadığı ileri sürülebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2010-09).

KAYNAKÇA

- Altun, S., Kubilay, A., Ekici, S., Didinen, B.I., & Diler, O. (2010). Oral vaccination against lactococcosis in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) using sodium alginate and poly (lactide-co-glycolide) carrier. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas*, 16(Suppl-B): 211-217. doi:10.9775/kvfd.2009.1327
- Amend, D.F. (1981). Potency testing of fish vaccines. In D.P. Anderson, H. Hennessen, (Ed.), *Fish Biologies: Serodiagnostics and Vaccines, Development in Biological Standardization* (pp 447-454). Karger: Basel.
- Aoki, M., Kondo, M., Nakatsuka, Y., Kawai, K., & Oshima, S. (2007). Stationary phase culture supernatant containing membrane vesicles induced immunity to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* fry syndrome. *Vaccine*, 25(3): 561-569. doi:10.1016/j.vaccine.2006.07.047
- Behara, T., Nanda, P.K., Mohanty, C., Mohapatra, D., Swain, P., Das, B.K., Routray, P., Mishra, B.K., & Sahoo, S.K. (2010). Parenteral immunization of fish, *Labeo rohita* with poly d, L-lactide-co-glycolic acid (PLGA) encapsulated antigen microparticles promotes innate and adaptive immune responses. *Fish and Shellfish Immunology*, 28(2): 320-325. doi:10.1016/j.fsi.2009.11.009
- Cheng, W., Liu, C.H., Kuo, C.M., & Chen, J.C. (2005). Dietary administration of sodium alginate enhances the immune ability of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish and Shellfish Immunology*, 18(1): 1-12. doi:10.1016/j.fsi.2004.03.002
- Chiu, S.T., Tsai, R.T., Hsu, J.P., Liu, C.H., & Cheng, W. (2008). Dietary sodium alginate administration to enhance the non-specific immune responses, and disease resistance of the juvenile grouper *Epinephelus fuscoguttatus*. *Aquaculture*, 277(1-2): 66-72. doi:10.1016/j.aquaculture.2008.01.032
- Cipriano, R.C., & Holt, R.A. (2005). *Flavobacterium psychrophilum*, cause of bacterial cold-water disease and rainbow trout fry syndrome, Fish Disease Leaflet No. 86 United States Department of the Interior. U.S. Geological Service, National Fish Health Research Laboratory, Keameysville, USA.
- Çağırğan, H., Tanrikul, T.T., & Balta, F. (1997). Characteristics of yellow pigmented bacteria isolated from diseased Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Eighth International Conference Diseases of Fish and Shell Fish (pp. 73-81). Edinburgh, Scotland.
- Dalmo, R.A., Leifson, R.M., & Bogwald, J. (1995). Microspheres as antigen carriers: studies on intestinal absorption and tissue localization of polystyrene microspheres in Atlantic Salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Diseases*, 18(1): 87-91. doi:10.1111/j.1365-2761.1995.tb01270.x
- Dalsgaard, I. (2000). Prevention of trout diseases caused by *Flavobacterium psychrophilum* and *Ichthyophthirius multifiliis*. AquaFlow News, Retrieved from http://www.aquainnovation.net/aquainnovation/knowledgebase/afshowarticle_en.asp?aid=292&AFIq=en (01.10.2015).
- Dumetz, F., LaPatra, S.E., Duchaud, E., Claverol, S., & Le Hénaff, M. (2007). The *Flavobacterium psychrophilum* OmpA, an outer membrane glycoprotein, induces a humoral response in rainbow trout. *Journal of Applied Microbiology*, 103(5): 1461-1470. doi:10.1111/j.1365-2672.2007.03359.x
- Ekman, E. (2003). Natural and experimental infections with *Flavobacterium psychrophilum* in salmonid fish. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Pathology, Uppsala, Sweden.

- Fujiki, K., Matsuyama, H., & Yano, T. (1994). Protective effect of sodium alginates against bacterial infection in common carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Diseases*, 17(4): 349-355. doi:10.1111/j.1365-2761.1994.tb00230.x
- Fujiki, K., & Yano, T. (1997). Effects of sodium alginate on the non-specific defence system of the common carp, (*Cyprinus carpio* L.). *Fish and Shellfish Immunology*, 7(6): 417-427. doi:10.1006/fsim.1997.0095
- Gliniewicz, K., Plant, K.P., Lapatra, S.E., Lafrentz, B.R., Cain, K., Snekvik, K.R., & Call, D. R. (2012). Comparative proteomic analysis of virulent and rifampicin-attenuated *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Fish Diseases*, 35(7): 529-539. doi:10.1111/j.1365-2761.2012.01378.x
- Holt, R.A. (1987). *Cytophaga psychrophila*, the causative agent of bacterial cold-water disease in salmonid fish. PhD thesis, Oregon State University, Department of Microbiology, Corvallis, USA.
- Högfors, E., Pullinen, K.R., Madetoja, J., & Wiklund, T. (2008). Immunization of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), with a low molecular mass fraction isolated from *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Fish Diseases*, 31(12): 899-911. doi:10.1111/j.1365-2761.2008.00956.x
- İspir, Ü., Şeker, E., Sağlam, N., & Dörücü, M. (2004). A study of *Flavobacterium psychrophilum* infection in some cultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Eastern Anatolia (in Turkish with English Abstract). *Science and Engineering Journal of Fırat University*, 16(4): 718-724.
- Joosten, P.H.M., Tiemersma, E., Threels, A., Caumartin-Dhieux, C., & Rombout, J.H.W.M. (1997). Oral vaccination of fish against *Vibrio anguillarum* using alginate microparticles. *Fish and Shellfish Immunology*, 7(7): 471-485. doi:10.1006/fsim.1997.0100
- Kondo, M., Kawai, K., Okabe, M., Nakano, N., & Oshima, S.I. (2003). Efficacy of oral vaccine against bacterial coldwater disease in ayu *Plecoglossus altivelis*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 55(3): 261-264. doi:10.3354/dao055261
- Korun, J., & Timur, G. (2001). A study on the fry mortality syndrome (FMS) of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (in Turkish with English Abstract). *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 12: 15-30.
- LaFrentz, B.R., LaPatra, S.E., Jones, G.R., & Cain, K.D. (2004). Protective immunity in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* following immunization with distinct molecular mass fractions isolated from *Flavobacterium psychrophilum*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 59(1): 17-26. doi:10.3354/dao059017
- LaFrentz, B.R., LaPatra, S.E., Jones, G.R., Congleton, J.L., Sun, B., & Cain, K.D. (2002). Characterization of serum and mucosal antibody responses and relative percent survival in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), following immunization and challenge with *Flavobacterium psychrophilum*. *Journal of Fish Diseases*, 25(12): 703-713. doi:10.1046/j.1365-2761.2002.00424.x
- LaFrentz, B.R., LaPatra, S.E., Call, D.R., & Cain, K.D. (2008). Isolation of rifampicin resistant *Flavobacterium psychrophilum* strains and their potential as live attenuated vaccine candidates. *Vaccine*, 26(44): 5582-5589. doi:10.1016/j.vaccine.2008.07.083
- Lavelle, E.C., Jenkins, P.G., & Harris, J.E. (1997). Oral immunization of rainbow trout with antigen microencapsulated in poly (DL-lactide-co-glycolide) microparticles. *Vaccine*, 15(10): 1070-1078. doi:10.1016/S0264-410X(97)00013-3
- León-Rodríguez, L., Luzardo-Álvarez, A., Blanco-Méndez, J., Lamas, J., & Leiro, J. (2012). A vaccine based on biodegradable microspheres induces protective immunity against scuticociliatosis without producing side effects in turbot. *Fish and Shellfish Immunology*, 33(1): 21-27. doi:10.1016/j.fsi.2012.03.028
- Liu, C.H., Yeh, S.P., Kuo, C.M., Cheng, W., & Chou, C.H. (2006). The effect of sodium alginate on the immune response of tiger shrimp via dietary administration: activity and gene transcription. *Fish and Shellfish Immunology*, 21(4): 442-452. doi:10.1016/j.fsi.2006.02.003
- Liu, P.C., Chen, Y.C., Huang, C.Y., & Lee, K.K. (2000). Virulence of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from cultured small abalone, *Haliotis diversicolor supertexta*, with withering syndrome. *Letters in Applied Microbiology*, 31(6): 433-437. doi:10.1046/j.1365-2672.2000.00843.x
- Mofidi, N., Aghai-Moghadam, M., & Sarbolouki, M.N. (2000). Mass preparation and characterization of alginate microspheres. *Process Biochemistry*, 35(9): 885-888. doi:10.1016/S0032-9592(99)00149-1
- Nematollahi, A., Decostere, A., Pasmans, F., & Haesebrouck, F. (2003). *Flavobacterium psychrophilum* infections in salmonid fish, *Journal of Fish Diseases*, 26(10): 563-574. doi:10.1046/j.1365-2761.2003.00488.x
- Obach, K., & Laurencin, F.B. (1991). Vaccination of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* against the visceral form of coldwater disease. *Diseases of Aquatic Organisms*, 12(1): 13-15. doi:10.3354/dao012013
- Özer, S., Demirel, M., Us, M., & Yıldırım, S., (2008). Microbial flora of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) hatcheries in Çağlarca, province Mersin-Turkey (in Turkish with English Abstract). *Journal of Fisheries Sciences*, 2(3): 261-271. doi:10.3153/jfscom.mug.200713
- Piganelli, J.D., Zhang, J.A., Christensen, J.M., & Kaattari, S.L. (1994). Enteric coated microspheres as an oral method for antigen delivery to salmonids. *Fish and Shellfish Immunology*, 4(3): 179-188. doi:10.1006/fsim.
- Plant, K.P., Lapatra, S.E., & Cain, K.D. (2009). Vaccination of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), with recombinant and DNA vaccines produced to *Flavobacterium psychrophilum* heat shock proteins 60 and 70. *Journal of Fish Diseases*, 32(6): 521-534. doi:10.1111/j.1365-2761.2009.01008.x
- Polk, A.E., Amsden, B., Scarrat, D.J., Gonzal, A., Okhamafe, A.O., & Goosen, M.F.A. (1994). Oral delivery in aquaculture-controlled-release of proteins from chitosan alginate microcapsules. *Aquacultural Engineering*, 13(4): 311-323. doi:10.1016/0144-8609(94)90018-3
- Rahman, M.H., Kuroda, A., Dijkstra, J.M., Kiryu, I., Nakanishi, T., & Ototake, M. (2002). The outer membrane fraction of *Flavobacterium psychrophilum* induces protective immunity in rainbow trout and ayu. *Fish and Shellfish Immunology*, 12(2): 169-179. doi:10.1006/fsim.2001.0362
- Rahman, M.H., Ototake, M., Iida, Y., Yokomizo, Y., & Nakanishi, T. (2000). Efficacy of oil-adjuvanted vaccine for coldwater disease in ayu, *Plecoglossus altivelis*. *Fish Pathology*, 35(4): 199-203. doi:10.3147/jfsp.35.199
- Rahman, M.H., Ototake, M., & Nakanishi, T. (2003). Water-soluble adjuvants enhance the protective effect of *Flavobacterium psychrophilum* vaccines in Ayu *Plecoglossus altivelis*. *Fish Pathology*, 38(4): 171-176. doi:10.3147/jfsp.38.171
- Reed, L.J., & Muench, H. (1938). A simple methods of estimating fifty percent endpoints. *American Journal of Epidemiology*, 27(3): 493-497.
- Ringo, E., Olsen, R.E., Vecino, J.L.G., Wadsworth, S., & Song, S.K. (2012). Use of immunostimulants and nucleotides in aquaculture: a review. *Journal of Marine Science: Research & Development*, 2(1): 1-22. doi:10.4172/2155-9910.1000104
- Romalde, J.L., Luzardo-Álvarez, A., Ravelo, C., Toranzo, A.E., & Blanco-Méndez, J. (2004). Oral immunization using alginate microparticles as a useful strategy for booster vaccination against fish lactococcosis. *Aquaculture*, 236(1-4): 119-129. doi:10.1016/j.aquaculture.2004.02.028
- Sakai, M. (1999). Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, 172(1-2): 63-92. doi:10.1016/S0044-8486(98)00436-0
- Schubiger, C.B., Orfe, L.H., Sudheesh, P.S., Cain, K.D., Shah, D.H., & Call, D.R. (2015). Entericidin is required for a probiotic treatment (*Enterobacter* sp. strain C6-6) to protect trout from cold-water disease challenge. *Applied and Environmental Microbiology*, 81: 658-665. doi:10.1128/AEM.02965-14
- Sommerset, I., Krossøy, B., Biering, E., & Frost, P. (2005). Vaccines for fish in aquaculture. *Expert Review of Vaccines*, 4(1): 89-101. doi:10.1586/14760584.4.1.89
- Sudheesh, P.S., Zimmerman, J.K., & Cain, K.D. (2016). Dietary effects on immunity, stress, and efficacy of two live attenuated *Flavobacterium psychrophilum* vaccine formulations. *Aquaculture*, 454: 35-43. doi:10.1016/j.aquaculture.2015.12.004
- Tian, J.Y., Sun, X.Q., & Chen, X.G. (2008). Formation and oral administration of alginate microspheres loaded with pDNA coding for lymphocystis disease virus (LCDV) to Japanese flounder. *Fish and Shellfish Immunology*, 24(5): 592-599. doi:10.1016/j.fsi.2008.01.009

- Vandenberg, G.W. (2004). Oral vaccines for finfish: academic theory or commercial reality? *Animal Health Research Reviews*, 5(2): 301–304. doi: 10.1079/AHR200488
- Yeh, S.P., Chang, C.A., Chang, C.Y., Liu, C.H., & Cheng, W. (2008). Dietary sodium alginate administration affects fingerling growth and resistance to *Streptococcus* sp. and iridovirus, and juvenile non-specific immune responses of orange-spotted grouper, *Epinephelus coioides*. *Fish and Shellfish Immunology*, 25(1-2): 19-27. doi:10.1016/j.fsi.2007.11.011
- Yıldırım, S., & Özer, S. (2010). The existence of *Flavobacterium* spp. at rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) hatcheries in Caglarca village, Mersin-Turkey (in Turkish with English Abstract). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 4(1): 112-122. doi:10.3153/jfscom.201001

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Van ili kentsel alanda hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarının belirlenmesi

Determination of households fish consumption structure and purchase behaviors in urban areas of Van

Mustafa Terin^{1*} • Gonca Hamamcı² • Tuba Gül² • Seda Terin³

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 65080-Van, Türkiye

² Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 65080-Van, Türkiye

³ Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 25240-Erzurum, Türkiye

* Corresponding author: mustafaterin@yyu.edu.tr

Received date: 02.05.2015

Accepted date: 15.06.2016

How to cite this paper:

Terin, M., Hamamcı, G., Gül, T. & Terin, S. (2016). Determination of households fish consumption structure and purchase behaviors in urban areas of Van (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 241-249. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.08

Öz: Bu çalışma, Van ili kentsel alanda yaşayan hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın ana materyalini Van ili kentsel alanda yaşayan 260 haneden anket yoluyla toplanan veriler oluşturmaktadır. Verilerin analizinde, frekans tabloları, Khi kare bağımsızlık testi ve sosyo-demografik bir takım kategorik değişkenlerin hanelerin balık tüketim miktarı ile arasındaki ilişki t ve f testleri ile test edilmiştir. Ankete katılan hanelerin %89.2'sinin balık tükettiği, %10.8'inin balık tüketmediği ve balık tüketmeyen hanelerin, yaklaşık üçte birinin (%35.7) kokusu yüzünden balık tüketmediği tespit edilmiştir. Hanelerin %84.1'i balığı kış mevsiminde, %87.2'si taze olarak ve %40.2'si yağda kızartarak tüketmektedir. Hanelerin en çok tercih ettikleri balıklar sırasıyla hamsi, alabalık ve inci kefalidir. Hane ve kişi başına düşen aylık ortalama balık tüketim miktarı sırasıyla 6.3 kg ve 1.4 kg olarak belirlenmiştir. Çocuklu, hane reisi çalışan ve ev sahibi olan hanelerin diğer hanelere göre ortalama aylık balık tüketim miktarı daha fazla iken, evin hanımı çalışan ve hane reisi sosyal güvenceye sahip olmayan hanelerin diğer hanelere göre aylık ortalama balık tüketim miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Balık tüketimi, sosyo-demografik faktörler, tüketici tercihleri, tüketici analizi, Van

Abstract: This study has been carried out to determine the household fish consumption structure and purchase behaviors in urban areas of Van Province. The main data of this study has been compiled through questionnaires from 260 households. In the analysis of the data, frequency tables, chi-square independence test were used and the relationships between the quantity of fish consumption of the households and some socio-demographic categorical variables have been examined through f and t tests. It has been determined that 89.2 % of the participating households consume fish while 10.8 % do not. Nearly a third (35.7 %) of the households that do not consume fish do so for the smell of the fish. 84.1 % of the households consume fish in winter. 87.2 % consume fresh fish while 40 % consume fish by frying. Mostly preferred fish are anchovy, trout and tarek respectively. It has been determined that the amounts of fish consumption per month per household and per person are 6.3 kg and 1.4 kg respectively. It has also been determined that households with children, employed head and owning the house consume more fish than those households without children, unemployed head and tenants.

Keywords: Fish consumption, socio-demographic factors, consumer preferences, consumer analysis, Van

GİRİŞ

Sağlıklı ve dengeli beslenmek için, hayvansal kökenli protein içeren gıdaların yeterli düzeyde tüketilmesi oldukça önemlidir. Son yıllarda hızla artan dünya gıda fiyatlarının özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tüketicilerin yeterli miktarda hayvansal kökenli gıda tüketememelerine neden olduğu söylenebilir. Tüketiciler, bu protein açığını gün geçtikçe daha çok önem kazanan ve hayvansal protein açısından beslenmede çok önemli bir yere sahip olan su ürünleri ile giderebilir (Ayдын ve Karadurmuş, 2012; Gül Yavuz vd., 2015).

Su ürünleri içerdiği besin bileşenleri yönünden en değerli besin maddelerinden biri olarak sayılabilmektedir. Protein oranının çok yüksek olması, doğada bulunan birçok aminoasidi barındırması, omega-3 yağ asitleri, mineral ve vitamin yönünden zengin olması, biyolojik değeri yüksek olan su ürünlerinin insan beslenmesindeki değerini artırmaktadır (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999). Su ürünlerinden özellikle balığın insan sağlığı açısından pek çok yararı bulunmaktadır. Balık eti sindirimi kolay, yüksek protein içeren ve yağ içeriği bakımından mükemmel bir gıdadır. Ayrıca taşıdığı vitamin ve

mineral maddeler ve diyetik özellikteki düşük enerjisi balıkçılığının önemini artırmaktadır (Tatar, 1995; Turan vd., 2006; Saygı vd., 2015). Düzenli balık tüketimi, kardiyovasküler hastalık dâhil birçok kronik hastalığa yakalanma olasılığını düşürmekte (Kornitzer, 2001) ve sağlıklı yaşama önemli katkılar sağlamaktadır (Verbeke ve Vackier, 2005).

Dünya su ürünleri üretimi 2012 yılı verilerine göre 158 milyon ton olup, bunun 91.3 milyon tonu (%58) avcılık yoluyla 66.6 milyon tonu (%42) ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Avcılık yoluyla elde edilen 91.3 milyon ton su ürünlerinin 79.7 milyon tonu (%87.3) denizlerden, 11.6 milyon tonu (%12.7) ise iç sulardan elde edilmiştir. Yetiştiricilik yoluyla elde edilen 66.6 milyon ton su ürünlerinin 24.7 milyon tonu (%37.1) denizlerden, 41.9 milyon tonu (%62.9) ise iç sulardan elde edilmiştir. Dünya toplam su ürünleri üretiminin 136.2 milyon tonu (%86.2) insanlar tarafından tüketilirken, 21.7 milyon tonu (%13.8) ise gıda dışı alanlarda kullanılmaktadır. Dünya su ürünleri üretiminin %32.9'unu (52 milyon ton) Çin tek başına karşılamaktadır. Çin'i sırası ile AB (15.3 milyon ton), Hindistan (9.1 milyon ton) ve Endonezya (8.1 milyon ton) izlemektedir (FAO, 2014).

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili bir ülke olarak, gölleri, barajları, akarsuları ve kaynak suları ile önemli bir su ürünleri potansiyeline sahiptir. Türkiye'de su ürünleri üretimi yıllar içerisinde önemli dalgalanmalar göstermiştir. Türkiye'de su ürünleri üretimi 2014 yılında bir önceki yıla göre %11.6 azalarak 537 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin 302 bin tonu (%56.2) avcılık yoluyla, 235 bin tonu (%43.8) ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir. Su ürünleri üretimin %43.0'ünü deniz balıkları, %6.5'ini diğer deniz ürünleri, %6.7'sini iç su ürünleri ve %43.8'ini yetiştiricilik ürünleri oluşturmaktadır (TÜİK, 2015).

Dünyada kişi başına su ürünleri tüketim ortalaması 19.2 kg/yıl iken endüstrileşmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sırasıyla 27.4 ve 18.9 kg/yıldır (FAO, 2014). Türkiye'de ise kişi başına düşen su ürünleri tüketimi son 14 yılda 6.3 ile 8.6 kg/yıl arasında değişmekte olup, 2014 yılı itibarıyla 5.4 kg/yıl olarak gerçekleşmiştir (GTHB, 2015). Türkiye'de kişi başına düşen su ürünleri tüketim miktarı bölgeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Denize kıyısı olan bölgelerde tüketim dünya ortalamasından yüksek iken, (Giresun ve Trabzon 28.08 kg/yıl (Aydın ve Karadurmuş, 2012), İzmir ili ve kıyaları 26.3 kg/yıl (Elbek vd., 1997), Mersin 25.8 kg/yıl (Şen, 2011), Hatay 21.5 kg/yıl (Demirtaş vd., 2014), iç, doğu ve güneydoğu bölgelerinde tüketim dünya ortalamasının altındadır (Tokat 13 kg/yıl (Erdal ve Esengün, 2008), Isparta 12.4 kg/yıl (Hatırlı vd., 2004), Erzurum 6.5 kg/yıl (Uzundumlu vd., 2013), Kahramanmaraş 6 kg/yıl (Beyazbayrak, 2014), Amasya 5.06 kg/yıl (Nalinci, 2013), Ankara 3.4 kg/yıldır (Gül Yavuz vd., 2015). Yaşanılan bölgenin deniz kıyısında olması, su ürünleri tüketimini arttıran en önemli faktörlerden biridir (Myrland et al., 2000; Trondsen et al., 2004; Verbeke ve Vackier, 2005). Elde edilen sonuçlar literatürü desteklemektedir.

Van İli, Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü'ne sahip olup kendisine has bir tür olan İnci Kefali balığı ile Türkiye'nin iç

su balık üretiminin 2014 yılı itibarıyla %23.0'ünü (8310 ton) karşılamaktadır (TÜİK, 2015). Bunun yanı sıra ilde 24 adet alabalık üretim çiftliği bulunmakta olup, yaklaşık olarak yılda 200 ton alabalık üretimi yapılmaktadır (Güngör, 2014).

Van ilinde balık tüketimi ile ilgili olarak Sarı vd. (2000), Ceylan (2006) ve Güngör (2014) tarafından yapılmış çalışmalar vardır. Ancak ilin sosyo ekonomik ve demografik yapısı hem göç alması hem de göç vermesi nedeniyle hızlı bir şekilde değişime uğramaktadır. Bu nedenle ilde hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarının incelenmesi önemli görülmüştür. Bu bağlamda çalışmanın amacı, Van ili kentsel alanda yaşayan hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarını ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOT

Van ilinin 2015 yılı itibarıyla merkez nüfusu 554002 kişi olup (TÜİK, 2016a), ortalama hane halkı büyüklüğü 5.5 kişidir (TÜİK, 2016b). Bu sonuçlara göre Van il merkezi 100645 adet haneden oluşmaktadır. Çalışmada, örnek hacmi anakitle oranlarına dayalı kümelendirilmemiş tek aşamalı basit tesadüfi olasılık örnekleme yöntemiyle belirlenmiş (Collins, 1986) ve örnek hacmi 260 olarak hesaplanmıştır. Anket sayısı, Van ili kentsel alanı oluşturan İpekyolu (135 anket), Tuşba (70 anket) ve Edremit (55 anket) ilçelerine oransal olarak dağıtılmıştır. Anketler 2015 Aralık ve 2016 Ocak aylarında yapılmıştır.

$$n = \frac{t^2 * p * q}{(E)^2}$$

Burada, n; örnek hacmini, t; önem düzeyini (%95 önem düzeyi için 1.96), p; balık tüketim oranını (0.7853), (Ceylan, 2006), q; 1-p, (0.2147), (Ceylan, 2006), E; kabul edilen hata (0.05)'yi göstermektedir. Böylece, örnek hacmi 260 olarak bulunmuştur.

$$n = \frac{(1.96)^2 * 0.7853 * 0.2147}{(0.05)^2} = 260$$

Çalışmada hane halklarının balık tüketim yapısı incelendiği için, anketlerin büyük çoğunluğu hane reisleri (Anne ve baba) (%75.8) ile yapılmıştır. Ancak hane reislerinin evde olmaması gibi nedenlerden dolayı 63 anket (%24.2) hanenin yetişkin çocukları ile yapılmıştır.

Veriler, SPSS (Statistical Packet for Social Science) paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde, frekans tabloları ile belirlenen bir takım değişkenler arasında Khi kare bağımsızlık testi ve hanelerin sosyo-demografik bir takım kategorik değişkenleri ile hanelerin balık tüketim miktarı arasındaki ilişki t ve f testleri ile test edilmiştir.

BULGULAR

Araştırmaya katılan bireylerin sosyo demografik özelliklerine ait veriler Tablo 1'de verilmiştir. Ankete katılan bireylerin ortalama yaşı 36.06 yıl ve %47.7'si 31-50 yaş grubunda yer almaktadır. Tüketicilerin %75.0'i erkek, %25.0'i kadın, %73.8'i evli, %25.0'i bekâr ve %1.2'si eşinden

ayrılmıştır. Ankete katılan bireylere ait ortalama eğitim süresi 11.07 yıl olup, %41.1'inin üniversite (Ön lisans %14.6 Lisans %26.5), % 32.7'si lise, %12.3'ü ortaokul, %9.6'sı ilkokul, %3.5'i

okuryazar ve %0.8'i yüksek lisans mezunudur. Hanelerin %66.9'unun aylık geliri, 1001 TL ile 3000 TL arası iken, %7.7'sinin aylık geliri 1000 TL'den azdır.

Tablo 1. Hanelerin sosyo demografik özellikleri
Table 1. Socio-demographic features of households

Değişkenler	Ortalama	St. Sapma	Min.	Max.	%
Yaş	36.06	11.27	18	68	
18-30					39.6
31-50					47.7
51+					12.7
Cinsiyet					
Erkek					75.0
Kadın					25.0
Medeni durum					
Evli					73.8
Bekar					25.0
Eşinden ayrılmış					1.2
Eğitim (Yıl)	11.07	3.73	0	17	
Okuryazar					3.5
İlkokul					9.6
Ortaokul					12.3
Lise					32.7
Ön Lisans					14.6
Lisans					26.5
Yüksek Lisans					0.8
Çocuk sayısı	2.61	1.70	0	10	
Çocuksuz aile					8.5
Çocuklu aile					91.5
Hanedeki toplam birey sayısı	4.77	1.83	2	11	
Hane reisinin mesleği					
Memur					26.4
İşçi					28.0
Esnaf					22.8
Emekli					13.0
Serbest meslek					9.8
Gelir					
<1000 TL					7.7
1001-2000 TL					33.1
2001-3000 TL					33.8
3001-4000 TL					9.2
4001-5000 TL					5.8
5001-6000 TL					6.9
6001 ve üzeri					3.5

Hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışlarına ait veriler Tablo 2'de verilmiştir. Ankete katılan hanelerin %89.2'si balık tüketirken, %10.8'i balık tüketmemektedir. Hane halkı ve kişi başına düşen ortalama aylık balık tüketim miktarı sırasıyla 6.3 kg ve 1.4 kg olarak belirlenmiştir. Ankete katılan hanelerin %30.6'sı on beş günde bir balık tüketirken, %30.2'si haftada bir, %25.4'ü ayda bir ve %13.8'i haftada birden fazla balık tüketmektedir. Hanelerin balık tüketim sıklığı ile gelir ($X^2=13.77$ $p<0.05$), hane reisinin çalışıyor olması ($X^2=10.40$ $p<0.05$), hane reisinin sosyal güvenceye sahip olması ($X^2=13.67$ $p<0.01$) ve 0-6 yaş arasında çocuğa sahip olma ($X^2=1055$ $p<0.05$) arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki

belirlenmiştir. Bu sonuca göre belirtilen değişkenlerin balık tüketim sıklığını arttırdığı söylenebilir.

Hanelerin %56.5'i tükettikleri balık miktarını yeterli bulurken, %43.5'i yeterli bulmamaktadır. Hanelerin balık tüketim miktarını yeterli bulmaları ile balık tüketim sıklığı ($X^2=95.19$ $p<0.01$) ve balık tüketim miktarı ($X^2=71.52$ $p<0.01$) arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuca göre balık tüketim miktarını yeterli bulan hanelerin balık tüketim sıklığının ve balık tüketim miktarının yeterli bulmayan hanelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Hanelerin, %87.2'si balığı taze, %6.8'i konserve, %4.9' salamura ve %1.1'i dondurulmuş olarak tükettikleri belirlenmiştir. Ankete katılan

hanelerin en çok tercih ettikleri balık çeşitleri sırası ile hamsi, alabalık ve inci kefalidir. Balık satın alırken hanelerin %53.5'i balıkların taze olması, %15.9'u balıkların fiyatı ve % 14.8'i satış yerinin temiz olmasına önem verdiklerini ve %68.6'sı balığı balıkçıdan, %24.5'i market ve %6.9'u seyyar balık satıcısından aldığını belirtmiştir.

Ankete katılan hanelerin %10.8'i balık dışında diğer su ürünlerini tüketirken, %89.2'i diğer su ürünlerini tüketmemektedir. Balık dışında su ürünleri tüketen hanelerin

%38.2'si midye, %30.9'u kalamar, %23.6'sı karides ve %7.3'ü ahtapot tüketmektedir. Balık dışında diğer su ürünlerini tüketmek ile eğitim ($X^2=13.32$ $p<0.05$), gelir ($X^2=20.33$ $p<0.01$) ve balık tüketim sıklığı ($X^2=12.71$ $p<0.01$) arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Bu sonuca göre, balık dışında diğer su ürünlerini tüketen hanelerin, diğer su ürünlerini tüketmeyen hanelere göre eğitim seviyesinin, gelir durumunun ve balık tüketim sıklığının daha yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 2. Hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alma davranışları

Table 2. Fish consumption structure of households and purchase behavior

Değişkenler	%
Balık tüketim durumu	
Evet	89.2
Hayır	10.8
Balık tüketim sıklığı	
Ayda bir	25.4
On beş günde bir	30.6
Haftada bir	30.2
Haftada birden fazla	13.8
Tüketilen balık miktarı yeterli mi?	
Yeterli	56.5
Değil	43.5
En çok balık tüketilen mevsim	
Kış	84.1
Sonbahar	10.3
Yaz	3.4
İlkbahar	2.2
Balık tüketim şekli	
Taze	87.2
Konserve	6.8
Salamura	4.9
Dondurulmuş	1.1
Balık pişirme tercihleri	
Yağda kızartma	40.2
Izgara	23.6
Fırın	34.2
Buğulama	2.0
Balık satın alırken dikkat edilen hususlar	
Tazelik	53.5
Fiyat	15.9
Satış yerinin temizliği	14.8
Damak tadına uygunluk	6.6
Deniz ürünü olması	5.3
Kılçık durumu	3.9
Balık satın alınır yerler	
Balıkçı	68.6
Market-balık reyonu	24.5
Seyyar satıcı	6.9
Balık en çok nerde tüketiliyor	
Evde	88.0
Restoran	8.9
Piknik	3.1
Balık hariç diğer su ürünlerini tüketme durumu	
Evet	10.8
Hayır	89.2

Hanelerin çeşitli sosyo-demografik özellikleri ile balık tüketim miktarları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla t- testi ve F-testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Çocuklu hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı ile çocuksuz hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı arasındaki fark, hane reisi çalışıyor olan hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarları ile hane reisi çalışmayan hanelerin aylık balık tüketim miktarları arasındaki fark, hane reisinin sosyal güvenceye sahip olduğu hanelerdeki aylık balık tüketimiyle, hane reisinin sosyal güvenceye sahip olmayan

hanelerin aylık balık tüketimi arasındaki fark, ev hanımı çalışan hanelerin aylık balık tüketim miktarı ile ev hanımı çalışmayan hanelerin aylık balık tüketim miktarı arasındaki fark, ev sahibi olan hanelerin aylık balık tüketimiyle, kirada oturan hanelerin aylık balık tüketim miktarı arasındaki fark ile hanelerin gelir grupları itibarıyla aylık balık tüketim miktarları arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bunun yanı sıra çalışmada hane genişliği dörtten büyük olan hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı ile hane genişliği dört ve daha az olan hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı arasındaki farkta istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 3. Hanelerin çeşitli sosyo demografik özellikleri ile balık tüketim miktarları arasındaki ilişki

Table 3. The relationship between various socio-demographic characteristic of household fish consumption quantities

Değişkenler	Ortalama balık tüketimi (Kg/ay)	t-testi
Aile tipi		
Çocuklu aile	6.43	1.85*
Çocuksuz aile	4.65	
Hane reisi		
Bayan	5.57	-1.40
Erkek	6.47	
Aile genişliği		
≤ 4	5.24	4.12***
> 4	7.25	
Aile reisinin iş durumu		
Çalışıyor	6.42	2.38**
Çalışmıyor	3.33	
Evin hanımının iş durumu		
Çalışıyor	5.23	-1.79*
Çalışmıyor	6.49	
Hane reisinin sosyal güvencesi		
Var	6.53	2.87***
Yok	4.09	
Ev tipi		
Apartman dairesi	5.95	-1.58
Müstakil bahçeli ev	6.75	
Ev sahibi olma durumu		
Evet	6.70	2.26**
Hayır	5.49	
Gelir		
<1000 TL	3.71	F= 4.12**
1001-3000 TL	6.28	
3001 TL ve üzeri	6.94	

Anlamlılık düzeyleri *0.10 **0.05 ve ***0.01

TARTIŞMA

Bireylerin gıda tüketim yapılarının açıklanmasında (Axelson, 1986; Olsen, 2003) ve su ürünleri tüketim davranışlarının belirlenmesinde yaşın önemli bir değişken olduğu ileri sürülmektedir (Grunert et al., 1996; Myrland et al., 2000; Olsen, 2003). Araştırmada bireylerin ortalama yaşı 36.06 yıl olarak belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan benzer çalışmalarda ortalama tüketici yaşı 40.6 yıl (Verbeke ve Vackier, 2005), 37 yıl (Ceylan, 2006), 36.53 yıl (Karlı ve Bilgiç, 2007), 38.17 yıl (Adıgüzel vd., 2009), 34.69 yıl (Olgunoğlu vd., 2014), 37.5 yıl (Jimoh ve Mohammed, 2015) ve 40.7 yıl (Gül

Yavuz vd., 2015) olarak tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların diğer çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Araştırmada bireylerin %41.1'inin üniversite (Ön lisans %14.6 Lisans %26.5), % 32.7'si lise, %12.3'ü ortaokul, %9.6'sı ilköğretim, %3.5'i okuryazar ve %0.8'i yüksek lisans mezunu olduğu tespit edilmiştir. Güngör (2014), tarafından Van ilinde yapılan çalışmada, tüketicilerin %48.9'unun üniversite, %22.4'ünün lise, %17.6'sının ilköğretim ve %11.1'inin lisansüstü, Çiçek vd. (2014) tarafında Elazığ ilinde yapılan çalışmada, tüketicilerin %50.0'sinin üniversite, %42.0'sinin lise,

%3'ünün ortaokul ve ilkokul ve %2.0'sinin okuryazar ve Perez-Ramirez et al. (2015) tarafından Meksika'da yapılan çalışmada tüketicilerin %44.63'ünün üniversite, %30.03'ünün lise, %16.25'inin ortaokul, %7.16'sinin ilkokul ve %1.93'ünün lisansüstü eğitim seviyesine sahip oldukları belirlenmiştir.

Araştırmada hanelerin %91.5'inin çocuklu aile, %8.5'i çocuksuz aile oldukları, hane başına ortalama çocuk sayısının 2.61 ve hanelerin %16.9'unun bir, %26.9'unun iki çocuğa sahip olduğu tespit edilmiştir. Ceylan (2006), tarafından Van ilinde yapılan çalışmada hanelerin %2.08'inin çocuğa sahip olmadığı, %12.5'inin bir çocuğa, %55.21'inin birden fazla çocuğa sahip olduğu Gürgün (2006), tarafından Bitlis'te yapılan çalışmada hanelerin %7.3'ünün çocuğa sahip olmadığı, %5.0'inin bir ve %14.6'sinin iki çocuğa sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçların bölgede yapılan diğer çalışmalarla benzer olduğu söylenebilir.

Araştırmada hanelerin aylık gelirlerinin, %33.8'inin 2001-3000 TL arası, %33.1'inin 1001-2000 TL arası, %9.2'sinin 3001-4000 TL arası, %7.7'sinin 1000 TL'den az, %6.9'unun 5001-6000 TL arası, %5.8'inin 4001-5000 TL arası ve %3.5'inin 6001 TL ve üzeri olduğu tespit edilmiştir. Güngör (2014), tarafından Van ilinde yapılan çalışmada hanelerin %23.0'ünün gelirinin 2001-3000 TL arasında, %20.8'inin 1001-2000 TL arası, %18.1'inin 3001-4000 TL arası gelire ve %14.9'unun 1000 TL'den daha az, %11.6'sinin 4001-5000 TL, %5.7'sinin 5001-6000 TL ve %5.9'unun 6001 TL ve üzeri gelire sahip olduğu tespit etmiştir. Koçak (2015), tarafından Van ilinde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar tespit edilmiştir.

Araştırmada hanelerin %89.2'sinin balık tükettiği, %10.8'inin ise balık tüketmediği belirlenmiştir. Çalışmada balık tüketmeyen hanelerin, %35.7'sinin kokusu yüzünden, %25.0'inn balık etini sevmedikleri, %21.4'ünün balık tüketim alışkanlıklarının olmadığı ve %17.8'inin satın alma gücü olmadığı için balık tüketmediklerini belirlenmiştir. Orhan ve Yüksel (2010), tarafında Burdur'da yapılan çalışmada tüketicilerin %60.60'ı kokusu ve %12.12'si alışkanlıklarının olmadığı için balık tüketmedikleri belirlenmiştir. Van ilinde yapılan benzer çalışmalarda tüketicilerin sırasıyla %88.2'sinin ve %78.53'ünün balık tükettikleri tespit edilmiştir (Sarı vd., 2000; Ceylan 2006). Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda tüketicilerin balık tüketim oranı %95.8 (Gürgün, 2006), %93.0 (Şen vd., 2008), %88.3 (Orhan ve Yüksel, 2010), %90.6 (Balık vd., 2013), %98.8 (Onurlubaş, 2013), %84.0 (Olgunoğlu, 2014), %95.0 (Çiçek vd., 2014) ve %96.52 (Djordjevic et al., 2015) olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada hane halkı ve kişi başına düşen ortalama aylık balık tüketim miktarları sırasıyla 6.3 kg ve 1.4 kg olarak belirlenmiştir. Türkiye'de kişi başına düşen balık tüketim miktarının yıllık ortalama 6 kg civarında olduğu dikkate alındığında Van'da kişi başına düşen balık tüketim miktarının Türkiye ortalamasının yaklaşık iki katı olduğu söylenebilir. Türkiye'nin iç su balık üretiminin 2014 yılı itibarıyla %23.0'ünü (8310 ton) karşılayan (TÜİK, 2015) inci kefalinin Van Gölü'nde üretiliyor olması, fiyatının diğer balık çeşitlerine göre daha

düşük olması ve halkın damak tadına uygun olması gibi faktörler dikkate alındığında, Van ilinde kişi başına düşen balık tüketim miktarının görece olarak yüksek olması beklenmektedir ki bu durum da araştırma sonuçları tarafından doğrulanmaktadır.

Araştırmada hanelerin %30.6'sının on beş günde bir, %30.2'sinin haftada bir, %25.4'ünün ayda bir ve %13.8'i haftada birden fazla balık tükettikleri tespit edilmiştir. Güngör (2014), tarafından Van ilinde yapılan çalışmada tüketicilerin %36.2'sinin ayda bir, %23.0'ünün on beş günde bir ve %17.8'inin haftada bir, Çiçek vd. (2014) tarafından Elazığ ilinde yapılan çalışmada tüketicilerin %28.0'inin on beş günde bir, %25.0'inin haftada bir ve %23.0'ünün ayda bir, Saygı vd. (2015) tarafından İzmir ve Ankara illerinde yapılan çalışmalarında, tüketicilerin İzmir'de çoğunlukla haftada bir (%25.0) Ankara'da ise çoğunlukla on beş günde bir, Djordjevic et al. (2015) tarafından Sırbistan'da yapılan çalışmada okul çağındaki çocukların %52.24'ünün haftada bir ve %34.33'ünün ayda bir ve Perez-Ramirez et al. (2015) tarafından Meksika'da yapılan çalışmada tüketicilerin %32.51'inin haftada birden fazla, %25.62'sinin hafta bir, %24.24'ünün on beş günde bir ve %17.63'ünün ayda bir balık tükettikleri tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçların literatürle paralel olduğu söylenebilir.

Araştırmada hanelerin %56.5'inin tükettikleri balık miktarını yeterli, %43.5'inin tükettikleri balık miktarını yeterli bulmadıkları tespit edilmiştir. Gaytancıoğlu (1999), tarafından Tekirdağ ilinde yapılan çalışmada tüketicilerin %36.6'sı Ceylan (2006), tarafından Van ilinde yapılan çalışmada kentsel alandaki tüketicilerin %56.25'i kırsal alandaki tüketicilerin ise %46.32'si, Gül Yavuz vd. (2014) tarafından Ankara'da yapılan çalışmada tüketicilerin %41.3'ü, Nalinci (2013), tarafından Amasya'da yapılan çalışmada hanelerin %73.03'ü tükettikleri balık miktarını yeterli bulmuşlardır.

Araştırmada hanelerin, %87.2'sinin balığı taze, %6.8'inin konserve, %4.9'unun salamura ve %1.1'inin dondurulmuş olarak tükettikleri belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre hanelerin büyük çoğunluğunun balığı taze olarak tükettiği söylenebilir. Konu ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda hanelerin balığı taze tüketme oranları %65.0 (Çolakoğlu vd., 2006), %90.4 (Şen, 2011), %95.14 (Aydın ve Karadurmuş, 2013), %97.2 (Balık vd., 2013), %92.94 (Çiçek vd., 2014), %97.6 (Güngör, 2014), %97.0 (Gül Yavuz vd., 2015) ve %85.12 (Perez-Ramirez et al., 2015) olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları diğer çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Nitekim dünyadaki su ürünleri tüketiminin %46.0'sı taze, %29.0'u dondurulmuş, %13.0'ü konserve ve %12.0'si tuzlanmış olarak tüketime sunulmaktadır (FAO, 2014).

Çalışmada hanelerin en çok tüketmeyi tercih ettikleri balık çeşitlerinin sırası ile hamsi, alabalık ve inci kefalı olduğu belirlenmiştir. İnci kefalı sadece Van Gölü'nde yetişen bir balık türüdür ve özellikle Vanlı aileler tarafından yoğun bir şekilde tüketilmektedir. Van ilinin coğrafi konumu dikkate alındığında deniz kıyılarına uzak olması nedeniyle, halkın balık ihtiyacının

karşılanması açısından son derece önemli bir alternatiftir. Sarı vd. (2000) ve Güngör (2014), tarafından Van ilinde yapılan çalışmalarda da tüketicilerin en çok tercih ettikleri balık çeşitlerinin sırası ile hamsi, alabalık ve inci kefali olduğu tespit edilmiştir. Hamsiden sonra en çok tercih edilen deniz balıkları sırası ile istavrit, çipura ve palamut iken, en az tüketimi yapılan deniz balıkları sırası ile barbun, somon ve mezgittir. Konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda en çok tercih edilen balık çeşitleri sırası ile Çanakkale'de istavrit, hamsi, sardalye ve çipura, (Çolakoğlu vd., 2006), Konya'da hamsi, palamut ve somon, Mersin'de hamsi, çipura ve levrek (Şen, 2011), İzmir'de levrek, sardalye, hamsi ve istavrit (Çaylak, 2013), Trabzon ve Giresun'da hamsi, istavrit, mezgir ve alabalık (Aydın ve Karadurmuş, 2013), Edirne'de hamsi, palamut, uskumru ve levrek (Onurlubaş, 2013), Amasya'da hamsi, mezgir, istavrit, çipura ve palamut, (Nalinci, 2013), Adıyaman'da Sazan, Alabalık ve hamsi (Olgunoğlu vd., 2014), Antakya'da hamsi, çipura levrek ve alabalık (Can vd., 2015) ve Ankara'da hamsi, çipura ve alabalık (Gül Yavuz vd., 2015) tir. Görüldüğü gibi yapılan birçok çalışmada hanelerin ilk sırada tükettiği balık hamsi olarak belirlenmiştir. Araştırma elde edilen sonuçta bunu desteklemektedir.

Çalışmada hanelerin balık satın alırken dikkat ettikleri en önemli ölçütler, balıkların taze olması (%53.5), balıkların fiyatı (%15.9) ve satış yerinin temiz olması (%14.8) olarak tespit edilmiştir. Çiçek vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada tüketicilerin balık satın alırken %42.56'sı tazeliliğine ve %12.4'ü satış yerinin temizliğine, Çaylak (2013), tarafından yapılan çalışmada %85.2'si tazelik ve %59.2'si satış yerinin temizliği, Beyazbayrak (2014), tarafından yapılan çalışmada %73.0'ü tazeliliğine, %8.5'i lezzetine ve %6.7'si kılçık durumuna, Güngör (2014), tarafından Erzurum ve Van İllerinde yapılan çalışmada her iki ilde de tazelik, (Perez-Ramirez et al., 2015) tarafından Meksika'da yapılan çalışmada %50.96'sı tazelik, %22.31'i protein içeriği, %18.73'ü lezzeti ve %7.71'i fiyatın en önemli ölçüt olduğunu belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçların diğer çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir.

Araştırmada hanelerin %68.6'sının balığı balıkçıdan, %24.5'inin market ve %6.9'unun seyyar balık satıcısından aldıkları tespit edilmiştir. Tokat İli Almus ilçesinde tüketicilerin büyük bir bölümü deniz balıklarını balıkçıdan, tatlı su balıklarını seyyar satıcıdan (Adıgüzel vd., 2009), Konya'da tüketicilerin %41.2'si balık halinden, %42.0'si marketten ve %13.2'si balıkçıdan (Şen, 2011), Ordu İli Fatsa ilçesinde tüketicilerin %47.2'si balıkçıdan ve %29.9'u seyyar satıcıdan (Balık vd., 2013), Trabzon ve Giresun'da tüketicilerin %50.81'i balıkçıdan, %25.95'i seyyar satıcıdan ve %12.97'si marketten (Aydın ve Karadurmuş, 2013), Antakya'da tüketicilerin %79.8'i balıkçıdan ve %9.0'u marketten (Can vd., 2015) almaktadır. Bu sonuçlara göre tüketicilerin büyük çoğunluğunun balıkçıdan balık satın aldıkları söylenebilir. Araştırmadan elde edilen sonuçlarda bunu desteklemektedir.

Araştırmada hanelerin sadece %10.8'inin balık dışında diğer su ürünlerini tükettikleri belirlenmiştir. Burdur'da tüketicilerin %10.9'unun (Orhan ve Yüksel, 2010), Elazığ'da

%10.0'unun (Çiçek vd., 2014), Kahramanmaraş'ta %17.5'inin (Beyazbayrak, 2014) ve Adıyaman'da %6.0'sının (Olgunoğlu vd., 2014) balık dışında diğer su ürünlerini tükettikleri belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonucun bölgede yapılan diğer çalışmalarla oldukça yakın olduğu söylenebilir.

Araştırmada çocuklu hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı ile çocuksuz hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuca göre balığın beslenmedeki önemini dikkate alan çocuklu ailelerin daha fazla balık tükettikleri söylenebilir. Adıgüzel vd. (2009) tarafından Tokat İli Almus ilçesinde ve Sayın vd. (2010) tarafından Antalya'da yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Araştırmada ev hanımı çalışan hanelerin aylık balık tüketim miktarı ile ev hanımı çalışmayan hanelerin aylık balık tüketim miktarı arasındaki fark %10 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Balığın temizlenmesi ve pişirilmesi diğer yemeklerle karşılaştırıldığında göreceli olarak daha zahmetli bir iştir. Evin hanımının çalışıyor olması bu işlere yeteri kadar zaman ayıramamasına neden olacağı için böyle bir sonucun çıkması doğal karşılanabilir. Ancak Hatay ilinde yapılan bir çalışmada ev hanımı çalışan hanelerde yıllık ortalama balık tüketimi 25.33 kg iken çalışmayan hanelerde 20.39 kg olarak tespit edilmiştir bulunmuştur (Demirtaş vd., 2014).

Araştırmada ev sahibi olan hanelerin aylık balık tüketimiyle, kirada oturan hanelerin aylık balık tüketim miktarı arasındaki fark %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Kirada oturan hanelerin gelirlerinin önemli bir kısmı kira ödemesine ayrıldığı için göreceli olarak harcanabilir gelirleri azalmaktadır. Bu nedenle kirada oturan hanelerin ev sahiplerine göre aylık balık tüketim miktarlarının daha az olması beklenen bir sonuçtur.

Araştırmada hanelerin gelir grupları itibarıyla aylık balık tüketim miktarları arasında %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Gelir miktarı arttıkça hanelerin aylık balık tüketim miktarlarının arttığı söylenebilir. Konu ile ilgili yapılan yerli ve yabancı birçok çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur (Sayın vd., 2010; Akbay vd., 2013; Demirtaş vd., 2014; Jimoh ve Mohammed, 2015; Moses et al., 2015; Dauda et al., 2016).

Araştırmada hane genişliği dörtten büyük olan hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı ile hane genişliği dört ve daha az olan hanelerin aylık ortalama balık tüketim miktarı arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Ailedeki birey sayısının artması, beklendiği üzere balık tüketimini artırmaktadır. Adıgüzel vd. (2009), Dalhatu ve Ala (2010), Fregene ve Olanusi (2012), Akbay vd. (2013) Moses et al. (2015) ve Dauda et al. (2016) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar bulunmuştur.

SONUÇ

Çalışmada Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü'ne ismini veren Van ilinde, kentsel alanda yaşayan hanelerin balık tüketim yapısı ve satın alam davranışlarının belirlenmesi

amaçlanmıştır. Araştırmada hanelerin büyük çoğunluğunun balık tükettiği, kişi başına düşen ortalama yıllık balık tüketim miktarının (16.8 kg) Türkiye ortalamasından yüksek olduğu belirlenmiştir. Kişi başına balık tüketiminin Türkiye ortalamasına göre yüksek olmasının en önemli sebebi İnci Kefali'nin haneler tarafından çok sık tüketiliyor olmasıdır. Bu nedenle İnci Kefali arzını artırmaya yönelik yapılacak çalışmalar, hanelerin daha fazla balık tüketmesini doğrudan etkileyecektir.

Araştırma sonuçlarına göre çocuklu hanelerin çocuksuz hanelere, hane reisi çalışan hanelerin hane reisi çalışmayan hanelere ve ev sahibi olan hanelerin ev sahibi olmayan hanelere göre ortalama aylık balık tüketim miktarının daha fazla olduğu, buna karşın ev hanımı çalışan hanelerin ev hanımı çalışmayan hanelere ve hane reisi sosyal güvenceye sahip olmayan hanelerin, hane reisi sosyal güvenceye sahip hanelere

göre aylık ortalama balık tüketim miktarının daha az olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuçlar dikkate alındığında gelecek nesillerin daha sağlıklı olabilmesi için özellikle çocukların beslenmesinde balık tüketiminin önemine vurgu yapan kamu spotları sürekli güncel tutularak balık tüketimi teşvik edilerek çocuklu hanelerin daha fazla balık tüketmesi sağlanabilir. Hane reisinin çalışıyor olması, ev sahibi olma ve sosyal güvenceye sahip olma gibi faktörler doğrudan hane halkı geliriyle ilişkili olduğundan hane halkı gelirinin artması da balık tüketimini arttıracaktır.

Bunun yanı sıra özellikle ilde var olan deniz balıkları çeşitlerinin artırılması ve nakliye sürecinde soğuk zincirin kullanılarak balıkların daha uzun süre taze kalabilmesini sağlayacak uygulamaların yaygınlaştırılması hanelerin balık tüketim miktarına olumlu katkı sağlayabilecektir.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M. & Oruç Büyükbay, E. (2009). Fish consumption of households in Almus County of Tokat Province (in Turkish with English abstract) *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 26(2):35-43.
- Akbay, C., Meral, Y., Yılmaz, H.İ. & Gözek, S. (2013). Analysis of households' fishery product consumption in Turkey (in Turkish with English abstract). *KSU J. Nat. Sci.*, 16(3): 1-7.
- Akpınar, M.G., Dağıstan, E., Mazlum, Y., Gul, M., Koc, B. & Yılmaz, Y. (2009). Determining household preferences for fish consumption with conjoint analysis in Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(11): 2215-2222.
- Axelson, M.L. (1986). The impact of culture on food-related behavior. *Annual Review of Nutrition*, 6:345-363.
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013). Consumer behaviors for seafood in Giresun and Trabzon province (in Turkish with English abstract). *The Black Sea Journal of Sciences*, 3(9): 57-71.
- Balık, İ., Yardımcı, C. & Turhan, O. (2013). Comparatively investigation of fish consumption habits of people in Fatsa and Aybastı districts of Ordu province (in Turkish with English abstract). *Ordu Univ. J. Sci. Tech.*, 3(2): 18-28.
- Beyazbayrak, Z. (2014). Kahramanmaraş İli merkez ilçede balık tüketim alışkanlıkları. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Can, M.F., Günlü, A. & Can, H.Y. (2015). Fish consumption preferences and factors influencing it. *Food Science and Technology*, 35(2): 339-346. doi: 10.1590/1678-457X.6624
- Ceylan, M. (2006). Van İli kentsel ve kırsal alanda et ve ürünleri tüketim yapısı ve tüketicilerin satın alma eğilimleri. Yüksek Lisans Tezi. YYÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Collins, M. (1986). Sampling. (Editors: Worcester, R.M. & Downham, J.) *Consumer Market Research Handbook*, London: McGraw-Hill.
- Çaylak, B. (2013). İzmir İli su ürünleri tüketimi ve tüketici tercihleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Çiçek, E., Akgün, H. & İlhan, S. (2014). Determination of fish consumption habits and preferences in Elazığ province (in Turkish with English abstract). *Yunus Research Bulletin*, 1, 3-11.
- Çolakoğlu, F.A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç. & Ormancı, H.B. (2006). Determination of seafood consumption behavior in Çanakkale province (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(1/3):387-392.
- Dalhatu, M. & Ala, A.L. (2010). Analysis of fish demand in Skoto Metropolis, Skoto, Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*, 18(2):154-159.
- Dauda, A.B., Ojoko, E.A. & Fawole, B.E. (2016). Economic analysis of frozen fish demand in Katsina Metropolis, Katsina State, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 11(1): 93-99. doi: 10.3923/jfas.2016.93.99
- Demirtaş, B., Dağıstan, E., Akpınar, M.G. & Sayın, C. (2014). Fish consumption patterns of urban households in Hatay, Turkey. *Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture*, 2: 69-77.
- Djordjevic, V., Sarcevic, D. & Petronijevic, R. (2015). The attitudes and habits of Serbian school children to consumption of fish. *Procedia Food Science*, 5:73-76.
- Elbek, A.G., İsgören Emiroğlu, D. & Saygı, H. (1997). Balık tüketimi ve tüketimine yönelik sorvey. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, İzmir.
- Erdal, G. & Esengün, K. (2008). Analysis of factor affecting fish consumption with logit model in Tokat (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(3):203-209.
- FAO, (2014). The state of world fisheries and aquaculture. Rome, 4 s. <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf> (20.11.2015).
- Fregene, T.B. & Olanusi, A.S. (2012). Consumer preference and consumption pattern of marine fish species in Ibadan metropolis, Oyo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Science and Technology*, B 2: 835-840.
- Gaytancıoğlu, S. (1999). Tekirdağ Merkez ilçede kanatlı eti tüketim düzeyinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Grunert, K., Bisp, S., Bredahl, L., Sorensen, E. & Nielsen, N.A. (1996). A survey of Danish consumers' purchase of seafood. MAPP report, Aarhus School of Business.
- GTHB (2015). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su ürünleri istatistikleri. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/belgeler/sagmenuveriler/bsgm.pdf> (20.12.2015).
- Gül Yavuz, G., Yasan Ataseven, Z., Gül, U. & Gülaç, Z.N. (2015). Factor affecting consumer preferences on seafood consumption: The case of Ankara (in Turkish with English abstract). *Yunus Research Bulletin* 1, 73-82.
- Gülyavuz, H. & Ünlüsayın, M. (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Şahin Matbaa, Isparta.
- Güngör, E.S. (2014). Erzurum ve Van illerindeki balık tüketimi ve tüketici tercihleri üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gürgün, H. (2006). Van Gölüne kıyısı bulunan bazı ilçelerdeki balık tüketimine yönelik bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Hatırlı, S.A., Demircan, V. & Aktaş, A.R. (2004). An analysis of households' fish consumption in Isparta province (in Turkish with English abstract). *SDU Journal of Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 9(1): 245- 256.

- Jimoh, K.A. & Mohammed, S.T. (2015). Analysis of fish demand in Ilorin-West Local Government Area, Kwara State, Nigeria. *International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries*, 3(4): 148-154.
- Karlı, B. & Bilgiç, A. (2007). Factors affecting meat and meat products consumption quantities in Şanlıurfa province. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 20(1): 127-136.
- Koçak, H. (2015). Van İli İpekyolu ilçesinde hane haklarının ev dışı yemek tüketim alışkanlıkları. Yüksek Lisans Tezi. YYÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kornitzer, M. (2001). Fish and health among adults. In Descheemaeker K, Provoost C. Impact of food on health-Recent developments, Antwerpen: Garant, 53-65.
- Moses, J.D., Dwana, D.A., Giroh, D.Y., Jimjel, Z. & Oluwaseun, A. (2015). The influence of socio-economic characteristics on consumers' preference on fish purchase in Yola North Local Government Area, Adamawa State. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 1(7):1-11.
- Myrland, O., Trondsen, T., Johnston, R.S. & Lund, E. (2000). Determinants of seafood consumption in Norway: lifestyle, revealed preference and barriers to consumption. *Food Quality and Preference*, 11(3):169-188.
- Nalinci, S. (2013). Amasya İli merkez ilçedeki hane halkının et tüketim alışkanlıkları ve et tüketimini etkileyen faktörler. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Tokat.
- Olgunoğlu, İ.A., Bayhan, Y.K., Olgunoğlu, M.P., Artar, E. & Ukav, İ. (2014). Determination of habits of fish meat consumption in the province of Adıyaman (in Turkish with English abstract). *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(1):21-25.
- Olsen, S.O. (2003). Understanding the relationship between age and seafood consumption: the mediating role of attitude, health involvement and convenience. *Food Quality and Preference*, 14: 199-209. doi:10.1016/S0950-3293(02)00055-1
- Onurlubaş, E. (2013). The factors affecting fish consumption of the consumers in Keşan Township in Edirne. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(6):1346-1350.
- Orhan, H. & Yüksel, O. (2010). Fishery product consumption survey in Burdur province (in Turkish with English abstract). *SDU Journal of the Faculty of Agriculture* 5(1):1-7.
- Perez-Ramirez, M., Almendarez-Hernandez, M.A., Aviles-Polanco, G. & Beltran-Morales, L.F. (2015). Consumer acceptance of eco-labeled fish: A Mexican case study. *Sustainability*, 7: 4625-4642. doi:10.3390/su7044625
- Sarı, M., Demirulus, H. & Söğüt, B. (2000). Van ilinde öğrencilerin balık eti tüketim alışkanlığının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Bölgesi 4. Su Ürünleri Sempozyumu, 28-30 Haziran 2000, Erzurum. 627-637.
- Saygı, H., Bayhan, B. & Hekimoğlu, M.A. (2015). Fishery products consumption in the cities of Ankara and İzmir in Turkey (in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5):248-254.
- Sayın, C., Emre, Y., Mencet, M.N., Karaman, S. & Tascioglu, Y. (2010). Analysis of factors affecting fish purchasing decisions of the household: Antalya District Case. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(12): 1689-1695.
- Şen, A. (2011). Konya ve Mersin İl merkezlerinde yaşayan bireylerin balık tüketimi konusundaki alışkanlık ve bilgi düzeylerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Şen, B., Canpolat, Ö., Sevim, A.F. & Sönmez, F. (2008). The evaluation of fish consumption in Elazığ (in Turkish with English Abstract). *Science and Eng. J of Fırat Univ.*, 20(3): 433-437.
- Tatar, O. (1995). Nutritional properties of fish and healthy respect (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 169-170.
- Temel, T. (2014). Rize ilinde hanelerin balık tüketimi üzerine etkili olan faktörlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Trondsen, T., Braaten, T., Lund, E. & Eggen, A. E. (2004). Health and seafood consumption patterns among women 45-69 years. A Norwegian Fish Consumption Study 1996. *Food Quality and Preference*, 15(2): 117-128.
- Turan, H., Kaya, Y. & Sönmez, G. (2006). Fish meat value and place of human health (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23: 505-508.
- TÜİK, (2015). Türkiye İstatistik Kurumu, Su ürünleri haber bülteni. Sayı. 18731, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18731> (25.12.2015).
- TÜİK, (2016a). Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> (08.06.2016).
- TÜİK, (2016b). Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059 (08.06.2016).
- Uzundumlu, A.S., Topcu, Y. & Baran, D. (2013). Tüketicilerin balık eti tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi: Erzurum İli örneği. İç Anadolu Bölgesi 1. Tarım ve Gıda Kongresi, 2-4 Ekim 2013, Niğde, 74-82 s.
- Verbeke, W. & Vackier, I. (2005). Individual determinants of fish consumption: application of the theory of planned behavior. *Appetite*, 44(1): 67-82.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

***Oreochromis niloticus*'ta bazı serum biyokimyasal parametreleri kullanılarak civa toksisitesi üzerine zeolitin birlikte etkisinin araştırılması**

Investigation of combined effect of zeolite and mercury toxicity on some serum biochemical parameters of *Oreochromis niloticus*

Özgür Fırat* • Arzu Şahin İnandı

Adıyaman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Adıyaman, Türkiye

* Corresponding author: ofirat@adiyaman.edu.tr

Received date: 09.04.2016

Accepted date: 17.06.2016

How to cite this paper:

Fırat, Ö. & Şahin İnandı, A. (2016). Investigation of combined effect of zeolite and mercury toxicity on some serum biochemical parameters of *Oreochromis niloticus* (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 251-257. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.09

Öz: Sunulan bu çalışmada civa (Hg) toksisitesi üzerine zeolitin (Zeo) koruyucu etkisini değerlendirmek için *Oreochromis niloticus*'un serumundaki biyokimyasal parametreler kullanılmıştır. Bu amaçla balıklar 0.01 ve 0.05 mg/L Hg ile 0.01 mg/L Hg+0.01 g/L Zeo ve 0.05 mg/L Hg+0.05 g/L Zeo karışımlarının etkisine 4 ve 21 günlük sürelerle bırakılmıştır. Elde edilen kan serumunda kortizol, glukoz, total protein, sodyum, klor ve potasyum düzeyleri otoanalizör cihazlarla ölçülmüştür. Doğrudan civa ve civa+zeolit karışımlarının etkisinde incelenen serum parametrelerinde ortam derişimine ve etki süresine bağlı olarak önemli değişiklikler saptanmıştır. Civanın tek başına etkisinde her iki etkileşim süresi sonunda da kortizol ve glukoz düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı artış göstermiştir ($P<0.05$). Bununla birlikte civa+zeolit karışımlarının etkisinde kortizol düzeyinde 4 günlük, glukoz düzeyinde ise 21 günlük etki süresi sonunda anlamlı bir artış belirlenmiştir ($P<0.05$). Denenen her iki sürede de civa+zeolit karışımlarının etkisinde anlamlı bir değişim göstermeyen ($P>0.05$) total protein düzeyi yüksek civa derişiminin etkisinde anlamlı bir azalış göstermiştir ($P<0.05$). Civanın doğrudan etkisinde özellikle de yüksek ortam derişiminde sodyum ve klor düzeyleri azalırken; potasyum düzeyleri artmıştır ($P<0.05$). Civanın zeolitle birlikte etkisinde ise analiz edilen tüm bu iyonların düzeylerinde önemli bir değişim belirlenmemiştir ($P>0.05$). Araştırma sonuçları *O. niloticus*'un serum metabolit ve iyon düzeylerinde belirlenen değişikliklerin civa+zeolit karışımına oranla civanın tek başına etkisinde daha fazla olduğunu ve ortamda zeolit bulunduğu civa toksisitesinin kısmen ya da tamamen düzeldiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Oreochromis niloticus*, civa, zeolit, biyokimyasal parametreler

Abstract: In the present work, serum biochemical parameters of *Oreochromis niloticus* were used to assess protective effects of zeolite (Zeo) on toxicity of mercury (Hg). For this purpose fish were exposed to 0.01 and 0.05 mg/L Hg and 0.01 mg/L Hg+0.01 g/L Zeo and 0.05 mg/L Hg+0.05 g/L Zeo for 4 and 21 days. Cortisol, glucose, total protein, sodium, chlorine and potassium levels were measured in blood serum. The statistically significant differences were determined in all analysed parameters of the fish exposed to mercury and mercury+zeolite mixtures. In the mercury alone, levels of cortisol and glucose elevated after the both exposure periods ($P<0.05$). The exposures of mercury+zeolite mixtures increased the cortisol level at 4 days and glucose level at 21 days ($P<0.05$). At the both exposure periods in the mercury+zeolite mixtures, it not determined significant change in the total protein levels ($P>0.05$), while they decreased in higher concentrations of mercury alone ($P<0.05$). In the exposure of mercury alone especially in its higher medium concentraion, levels of sodium and chlorine declined, while level of potassium elevated ($P<0.05$). On the other hand it was not determined significant alterations in levels of all analysed ions in exposure of mercury and in combination with zeolite ($P>0.05$). The results showed that zeolite partially or totally played a protective role against the toxic effect of Hg since the metabolites and ions levels of *O. niloticus* were higher in the mercury alone than mercury+zeolite mixture.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, mercury, zeolite, biochemical parameters

GİRİŞ

Günümüzde giderek artan endüstrileşme, kentleşme ve tarımsal aktivitelere bağlı olarak sucul ortamların kirlenmesi ciddi bir sorun haline gelmiştir. Sucul ortamlardaki kirlilik, su kalitesinin bozulmasına ve içindeki organizmaların olumsuz etkilenmesine neden olarak sucul ekosistemleri tehdit etmektedir. Birçok farklı kirleticiler su kirliliğinden sorumlu tutulmaktadır. Bunların içerisinde ağır metaller birinci dereceden su kirleticileri olarak dikkate alınmaktadır. Hem

doğadaki biyolojik alınabilirliği hem de yoğun şekilde antropojenik aktivitelere bağlı olarak her zaman her yerde bulunabilecek olan bu kirleticiler sucul yaşamı tehdit eden en önemli kirleticiler grubunu oluşturmaktadır. Balıklar yaşadıkları ortamlarda birçok farklı stres yapıcı faktörlerin etkisindedir. Bunlardan ağır metal stresi bu canlıları en çok etkileyen faktördür. Balıklarda bu strese karşı moleküler, biyokimyasal ve hücresel düzeylerde yanıtlar

oluşturabilmektedir. Sucul organizmalar arasında balıklar ağır metallerin önemli hedef organizmaları olması nedeniyle bu canlılar sucul ekosistemlerdeki metal kirlilik düzeylerinin ve toksik etkilerinin değerlendirilmesinde uygun organizma grubu olarak kullanılmaktadırlar (Rashed, 2001).

Civa (Hg), canlılar üzerine zararlı etkileri olan en tehlikeli çevresel kirleticilerden biridir (Chen vd., 2006). Bu metalin insanlar ve diğer organizmalar için en toksik ağır metallerden biri olduğu da iyi bilinmektedir. Elemental civa ve bileşikleri herhangi bir metabolik fonksiyona sahip olmayan toksikantlardır. Organizmalardaki bulunurluğu çevresel kontaminasyonun bir sonucudur. Çeşitli araştırmalarda civanın organizmalarda mutajen ve kanserinojen olduğu, embriyosidal, sitotoksik ve histopatolojik etkilere sahip olduğu gösterilmiştir (Chaurasia ve Jain, 2006; Mishra ve Jain, 2009; Gharaei vd., 2011).

Sucul ortamlardan civa gibi toksik elementlerin uzaklaştırılması ya da serbest halde bulunmalarının azaltılması su kalitesi ve canlı organizmalar için oldukça önemlidir. Sucul ortamlardan inorganik kirleticilerin uzaklaştırılmasında elektrodializ, kimyasal presipitasyon, adsorpsiyon ve iyon değiştirme gibi yöntemler mevcuttur (Fergusson, 1990). Doğal zeolitler ve onların modifiye formları, hem yeryüzünde bol miktarda bulunmaları ve maliyetin düşük olması hem de iyon değiştirme kapasitelerinin yüksek olmasından dolayı sulardan ağır metallerin uzaklaştırılmasında sıklıkla kullanılmaktadırlar. Zeolitlerin bu amaçlar için temel kullanım nedeni iyon değiştirme özelliğidir (Misaelides, 2011). Bu mineraller yapısında bulunan alkali ya da toprak alkali örneğin K⁺, Na⁺, Ca²⁺ ve Mg²⁺ gibi elementler sayesinde iki değerlikli katyonlarla (civa, kadmiyum, çinko, kurşun gibi) yer değiştirebilmektedirler (Taş vd., 2007). Ağır metallerin yanı sıra sucul ortamlardan amonyağın, petrokimyasal ürünlerin ve düşük-düzeyle radyoaktif elementlerin uzaklaştırılmasında da sıklıkla başvurulan minerallerdir (Mishra ve Jain, 2009).

Zeolitler ağır metallerle karşı yüksek ilgileri ve yüksek katyon değiştirme kapasiteleriyle uygun materyal olarak hayvanlardaki ağır metal toksisitesinin önlenmesinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Papaioannou vd., 2005). Moleküler elek yapısı sayesinde civa ve diğer metalleri bünyesinde tutarak sudaki serbest bulunan metal düzeylerini azaltmakta ve böylece balıklar tarafından alınacak metal düzeyleri de azalmaktadır (Chaurasia ve Jain, 2006). Bu mineralin içyapısında metallerin hareketsiz formda tutulması daha az metalin balık tarafından alınmasına neden olacağından metallerin toksik etkilerinin de azalacağı belirtilmektedir (Jain, 1999).

Sucul ortamların ağır metallerle kontaminasyonu burada yaşayan organizmalarda akut ya da kronik stresin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Sucul ekosistemler üzerine kirleticilerin etkileri balık biyokimyasal parametrelerin ölçülmesiyle değerlendirilmektedir. Balık kan parametreleri, endojen veya ekzojen kaynaklı değişikliklere karşı fizyolojik ya da subletal stres yanıtının biyobelirteçleri olarak yaygın bir

şekilde kullanılmaktadır (Cataldi vd., 1998). Ağır metalin etkisinde balık kan dokusunda önemli değişikliklerin olduğu bilinmektedir. Önceki çalışmalarda da çeşitli ağır metallerin balıkların kan dokusundaki enzimler, metabolitler ve iyon düzeylerini etkilediği gösterilmiştir (Firat vd., 2011, Gharaei vd., 2011, Cogun vd., 2012). Plazma/serum parametreleri iç metabolizmanın ürünleri olduğu için hayvanların fizyolojik durumlarını yansıtmaları bakımından önemlidir. Kan dokusundaki değişkenler balıklarda genel sağlık durumunun yanı sıra hastalıkların ve stresin kontrol edilmesinde yararlı belirteçler olduğu ifade edilmektedir (Martinez vd., 1994).

Yeryüzündeki en toksik metallerden biri olan civanın, sucul ekosistemin önemli bir ögesi olan ve insanların birinci dereceden besinini oluşturan balıklar üzerine toksik etkilerini ve bu toksite üzerine koruyucu mekanizmaları çalışmak hem bu sucul canlıların hem de insanların sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle sunulan bu çalışmada tüm vücudun genel fizyolojik ve patolojik durumu hakkında bilgi veren kan parametreleri kullanılarak civanın balıklarda neden olduğu fizyolojik ve biyokimyasal hasarların belirlenmesi ve iyon değiştirme yetenekleri ile ağır metal toksisitesini baskıladığı bilinen zeolit civa toksisitesi üzerine koruyucu etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için *O. niloticus* tatlı su balığı civanın tek başına ve zeolitte birlikte etkisine bırakılarak kan serumu metabolit (kortizol, glukoz, total protein) ve iyon (sodyum, klor ve potasyum) düzeyleri ölçülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Sunulan çalışma için gerekli Etik Kurul onayı Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Karar No:4, Tarih: 29.09.2014). Çalışmamızda araştırma materyali olarak *Oreochromis niloticus* kullanılmıştır. Balıklar, Çukurova Üniversitesi (Ç.Ü.) Su Ürünleri Fakültesi bünyesindeki balık yetiştirme havuzlarından alınmış ve laboratuvara getirilerek içerisinde 120 L bekletilmiş çeşme suyu bulunan 40x140x40 cm ebatlarındaki 14 stok cam akvaryumda ortam koşullarına uyumları için üç ay süre ile bırakılmışlardır. Bu süre içerisinde balıklar 12.18 ± 0.64 cm boy ve 30.28 ± 0.51 g ağırlığa ulaşmıştır. Deneyler 25±1 °C'de yürütülmüş, günde sekiz saat aydınlanma periyodu uygulanmıştır. Merkezi havalandırma sistemiyle akvaryumların havalandırılması sağlanmıştır. Laboratuvar koşullarına uyumları sırasında balıklar, hazır balık yemi kullanılarak (Pınar Balık Yemi, Türkiye) beslenmiştir. Denemelerden 48 saat öncesinde yem kesilmiş ve denemeler boyunca günde iki defa olmak üzere vücut ağırlıklarının %2'si kadar yem ile balıklar beslenmiştir. Deney suyunun kimyasal özellikleri; toplam sertlik 325±7 ppm CaCO₃, çözünmüş oksijen 7.07±0.06 mg/L, pH 7.78±0.05, akvaryum suyunun sıcaklığı 21.13±0.42 °C olarak ölçülmüştür.

Deneylerde her birinin içerisinde 12 adet balık bulunan toplamda 5 akvaryum kullanılmıştır. Deneylerde beş akvaryumun ilk ikisine civanın 0.01 ve 0.05 mg/L çözeltileri; üçüncü ve dördüncü akvaryumlara 0.01 mg/L civa + 0.01 g/L zeolit ve 0.05 mg/L civa + 0.05 g/L zeolit karışımlarından 120'şer litre ve son akvaryum ise kontrol grubu olarak

kullanılarak içerisinde aynı hacimde (120 L) dinlendirilmiş çeşme suyu konmuştur. Balıklar bu kimyasalları etkisine 4 ve 21 gün sürelerle bırakılmıştır. *O. niloticus* için Hg'nin 96 saat-LC50 değeri 0.2 mg/L olarak saptanmıştır (Ishikawa vd., 2007). Çalışmamızda test edilen civanın 0.01 ve 0.05 mg/L derişimleri, bu LC₅₀ değerinin sırasıyla 1/20 ve 1/4'ü baz alınarak subletal konsantrasyonlar olarak seçilmiştir. Deney akvaryumlarında kullanılan kimyasalların derişimlerinde zamana bağlı olarak değişim olabileceği dikkate alınarak çözeltiler her gün yeni hazırlanan stok çözeltilerden uygun seyreltmeler yapılarak değiştirilmiştir.

Denenen etki süreleri sonunda deney akvaryumlarından rastgele balıklar alınmıştır. Balıkların kan alma sırasında strese girmesini ve böylece incelenecek kan parametrelerinde meydana gelebilecek olası değişiklikleri önlemek için balıklara anestezi madde uygulanmıştır. Akvaryumlardan alınan balıklar 75 mg/L derişimindeki MS222 (etil p-amino benzoat metan sülfanat veya trikain metan sülfanat) anestezi maddesi ile bayıltılmıştır. Bayıltılan balıkların boy ve ağırlıkları alındıktan sonra zaman kaybetmeksizin kaudal pedinkülün vertikal kesilmesi yoluyla kan örnekleri alınmıştır. Kan örnekleri içinde herhangi bir antikoagülant madde bulunmayan tüplere alınarak 10 dakika süre ile 3000 rpm'de santrifüj edilerek serumlar elde edilmiştir. Serum örneklerindeki biyokimyasal parametrelerin analizi, Ç.Ü. Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi Merkez Laboratuvarındaki Beckman Coulter DXI 800 ve DXC 800 otoanalizör cihazlarında yürütülmüştür.

Analizlerden elde edilen verilerin istatistik analizi, IBM SPSS Statistics 21.0 paket programında yapılmıştır. Analizler, her parametre için altı tekrarlı olarak yapılmış ve veriler aritmetik ortalama±standart hata şeklinde düzenlenmiştir. Deney grupları arasındaki istatistiksel ayrımlar One Way-ANOVA'yı takiben çoklu karşılaştırma testlerinden Student – Newman Keul's (SNK) Test kullanılarak yapılmıştır. Süreye bağlı olarak deney grupları arasındaki istatistiksel ayrım için ise Student-t Testi kullanılmıştır. Tablolarda istatistiksel ayrımlar işaretleme sistemiyle gösterilmiştir. Sonuçlar P<0.05 düzeyinde ise önemli kabul edilmiştir.

BULGULAR

Civa ve civa + zeolit karışımlarının belirli bir ortam derişiminde ve denenen etki sürelerinde *O. niloticus*'un serum kortizol, glukoz ve total protein düzeyleri Tablo 1'de verilmiştir. İlk etkileşim süresi sonunda kortizol düzeyinde civanın hem tek başına hem de zeolitle birlikte etkisinde düşük ve yüksek ortam derişimlerinde; 21 günlük etki süresi sonunda ise civanın 0.01 ve 0.05 ppm etkisinde anlamlı bir artış saptanmıştır (P<0.05). 4 günlük sürede yüksek civa ve civa+zeolit karışımının etkisinde kortizol düzeyi sırasıyla, %76 ve %36 düzeylerinde bir artış göstermiştir. Süreye bağlı olarak civanın doğrudan etkisinde önemli bir değişim göstermeyen (P>0.05) kortizol düzeyi civa+zeolit karışımlarının her iki ortam derişiminde anlamlı bir azalış göstermiştir (P<0.05).

Tablo 1. Civa (mg/L) ve civa (mg/L) + zeolit (g/L) karışımlarının etkisine 4 ve 21 günlük sürelerle bırakılan *O. niloticus*'ta serum metabolit düzeyleri
Table 1. Serum metabolite levels of *O. niloticus* exposed to mercury (mg/L) and mercury (mg/L) + zeolite (g/L) mixtures for 4 and 21 days

Derişim	4 Gün	21 Gün
Kortizol (µg/dL)		
Kontrol	12.54±0.83 ax	12.19±0.22 ax
0.01 Hg	17.46±0.55 bx	18.78±0.41 bx
0.01 Hg+0.01 Zeolit	18.52±0.89 bx	11.68±0.57 ay
Kontrol	12.54±0.83 ax	12.19±0.22 ax
0.05 Hg	22.08±0.49 bx	19.95±0.88 bx
0.05 Hg+0.05 Zeolit	17.08±0.91 cx	12.65±0.71 ay
Glukoz (mg/dL)		
Kontrol	42.18±0.68 ax	39.85±0.91 ax
0.01 Hg	61.52±0.73 bx	57.11±1.21 bx
0.01 Hg+0.01 Zeolit	40.47±1.03 ax	38.77±1.10 ax
Kontrol	42.18±0.68 ax	39.85±0.91 ax
0.05 Hg	74.25±1.14 bx	81.49±0.53 bx
0.05 Hg+0.05 Zeolit	41.33±0.41 ax	51.62±0.41 cy
Total Protein (g/dL)		
Kontrol	2.53±0.04 ax	2.61±0.08 ax
0.01 Hg	2.60±0.05 ax	2.55±0.07 ax
0.01 Hg+0.01 Zeolit	2.49±0.08 ax	2.45±0.12 ax
Kontrol	2.53±0.04 ax	2.61±0.08 ax
0.05 Hg	2.01±0.06 bx	2.03±0.07 bx
0.05 Hg+0.05 Zeolit	2.68±0.08 ax	2.74±0.11 ax

Veriler Aritmetik ortalama ± Standart hata şeklinde verilmiştir. Metabolit düzeylerinin aynı etkileşim süresinde derişimler arasındaki ayrımı göstermek için SNK testi kullanılmış ve farklar a, b ve c harfleri; belirli bir ortam derişiminde süreler arasındaki ayrımı göstermek için t testi kullanılmış ve farklar ise x ve y harfleri ile gösterilmiştir. Farklı harfler veriler arasındaki istatistiksel ayrım olduğunu göstermektedir (P<0.05). N=6

Glukoz düzeylerinde civanın düşük ve yüksek derişimlerinde her iki etkileşim süresi; civa+zeolit karışımlarının ise yüksek ortam derişiminin etkisinde 21 günlük süre sonunda anlamlı artışlar belirlenmiştir ($P<0.05$). Son etkileşim süresi sonunda yüksek civa ve civa+zeolit karışımının etkisinde glukoz düzeyi sırasıyla %105 ve %30 düzeylerinde bir artış göstermiştir. Etki süresinin uzamasına bağlı olarak glukoz düzeyinde yüksek civa+zeolit ortam derişiminde anlamlı bir artış belirlenmiştir ($P<0.05$).

Denenen her iki etkileşim süresi sonunda da civa+zeolit karışımlarının etkisinde anlamlı bir değişim göstermeyen ($P>0.05$) total protein düzeyi, 0.05 mg/L civa ortam derişiminin etkisinde anlamlı bir azalış göstermiştir ($P<0.05$). Yüksek civa derişiminin etkisinde 4 ve 21 günlük süreler sonunda total protein düzeyinin sırasıyla %20 ve %22 düzeyinde azaldığı saptanmıştır. Hem civanın hem de civa+zeolit karışımlarının denenen ortam derişimlerinde total protein düzeylerinde süreye bağlı olarak istatistiksel bir değişim belirlenmemiştir ($P>0.05$).

Civa ve civa + zeolit karışımlarının belirli bir ortam derişiminde ve denenen etki sürelerinde *O. niloticus*'un serum sodyum, klor ve potasyum düzeyleri Tablo 2'de verilmiştir.

Civa+zeolit karışımlarının her iki ortam derişiminde ve denenen süreler sonunda anlamlı bir değişim göstermeyen ($P>0.05$) tüm serum iyon düzeyleri, civanın tek başına etkisinde önemli değişimler göstermiştir. Civanın doğrudan etkisinde sodyum düzeyinde yüksek ortam derişiminde, klor düzeyinde ise her iki ortam derişiminin etkisinde 21 günlük süre sonunda anlamlı bir azalış belirlenmişken ($P<0.05$); potasyum düzeyinde her iki etkileşim süresi sonunda ve yüksek ortam derişiminde önemli bir artış belirlenmiştir ($P<0.05$). 21 günlük süre sonunda 0.05 mg/L civa derişiminin etkisinde sodyum ve klor düzeyleri sırasıyla, %21 ve %31 düzeylerinde bir azalış; potasyum düzeyi ise %44 düzeyinde bir artış göstermiştir. Etki süresinin uzamasına bağlı olarak sodyum düzeyi yüksek civa; klor düzeyi ise hem düşük hem de yüksek civa ortam derişimlerinde anlamlı bir azalış göstermiştir ($P<0.05$).

Tablo 2. Civa (mg/L) ve civa (mg/L) + zeolit (g/L) karışımlarının etkisine 4 ve 21 günlük sürelerle bırakılan *O. niloticus*'ta serum iyon düzeyleri
Table 2. Serum ion levels of *O. niloticus* exposed to mercury (mg/L) and mercury (mg/L) + zeolite (g/L) mixtures for 4 and 21 days

Derişim	4 Gün	21 Gün
Sodyum (mmol/L)		
Kontrol	152±1.86 ax	153±2.17 ax
0.01 Hg	155±2.53 ax	154±2.74 ax
0.01 Hg+0.01 Zeolit	150±2.49 ax	152±1.76 ax
Kontrol	152±1.86 ax	153±2.17 ax
0.05 Hg	150±3.21 ax	121±1.86 by
0.05 Hg+0.05 Zeolit	151±1.44 ax	149±1.58 ax
Klor (mmol/L)		
Kontrol	135±2.49 ax	138±2.82 ax
0.01 Hg	141±1.72 ax	104±2.11 by
0.01 Hg+0.01 Zeolit	136±2.35 ax	137±1.10 ax
Kontrol	135±2.49 ax	138±2.82 ax
0.05 Hg	134±2.88 ax	95±1.51 by
0.05 Hg+0.05 Zeolit	138±1.47 ax	134±2.65 ax
Potasyum (mmol/L)		
Kontrol	5.14±0.24 ax	5.16±0.31 ax
0.01 Hg	5.22±0.18 ax	5.33±0.29 ax
0.01 Hg+0.01 Zeolit	5.10±0.09 ax	5.04±0.07 ax
Kontrol	5.14±0.24 ax	5.16±0.31 ax
0.05 Hg	6.83±0.11 bx	7.41±0.35 bx
0.05 Hg+0.05 Zeolit	5.06±0.15 ax	5.01±0.08 ax

Veriler Aritmetik ortalama ± Standart hata şeklinde verilmiştir. İyon düzeylerinin aynı etkileşim süresinde derişimler arasındaki ayrımı göstermek için SNK testi kullanılmış ve farklar a ve b harfleri; belirli bir ortam derişiminde süreler arasındaki ayrımı göstermek için t testi kullanılmış ve farklar ise x ve y harfleri ile gösterilmiştir. Farklı harfler veriler arasındaki istatistiksel ayrım olduğunu göstermektedir ($P<0.05$). N=6.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Balıklardaki biyokimyasal parametreler metal stresinde balık metabolizmasındaki değişiklikleri değerlendirmek için duyarlı belirteçlerdir. Kan hücreleri, biyokimyası ve hormonlarını araştırmak balıkların fizyolojik durumlarının izlenmesinde ve hastalıkların teşhisinde önemlidir. Çevresel (sıcaklık, ışık, yoğunluk, tuzluluk), fizyolojik (yaş, beslenme, cinsiyet) faktörler ve toksik maddeler (pestisit ve ağır metaller gibi) balık kan parametrelerini etkilemektedir (Chen vd., 2003;

Fırat vd., 2011). Sunulan araştırmada da civanın *O. niloticus*'un kan serumundaki metabolit (kortizol, glukoz ve total protein) ve iyon (sodyum, klor ve potasyum) düzeylerini ortam derişimine ve etkisi süresine bağlı olarak etkilediği belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda da balık kan dokusundaki kortizol, glukoz, protein, kolesterol, bilirubin gibi bileşenler ve Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{+2} gibi iyon düzeylerinde ağır metallerin etkisinde çalışılan balık türüne, ortam derişimine ve etki süresine bağlı olarak önemli değişikliklerin olduğu belirlenmiştir (Fırat ve Kargin, 2010; Gharaei vd., 2011; Cogun vd., 2012).

Stres durumlarında balıklar birincil ve ikincil yanıtlar oluşturmaktadır ve bu yanıtlar, stres ile baş etmek için hızlı bir şekilde oluşmaktadır. İlk yanıt nöroendokrin sistemin aktivasyonu ile endokrin bezlerden kortizol ve katekolaminler (adrenalin ve nöröadrenalin) gibi stres hormonlarının dolaşım sistemine salınmasıyla oluşmaktadır. İkincil yanıt ise plazma glukoz düzeyinin artması gibi kan ve diğer doku kimyasında serbest kalan stres hormonlarının neden olduğu değişikliklerdir (Barton ve Iwama, 1991). Bu yanıtlar sonuç olarak stres altındaki organizmalarda artan enerji gereksiniminin karşılanmasında önemlidir. Bazı plazma/serum parametreleri balıklardaki sağlık ve/veya stres durumlarını değerlendirmek için yararlı belirteçler olarak kullanılabilir. Çünkü stresin balıklarda serum kortizol ve glukoz düzeylerinde artışlara neden olduğu bilinmektedir (Wendelaar-Bonga, 1997). Sunulan çalışmada da kimyasal stresle ilişkili olarak *O. niloticus*'ta serum kortizol ve glukoz düzeylerinin artış gösterdiği düşünülmektedir.

Balıklarda kortizolü içeren kortikostereoid hormonlar yapısal olarak memelilerdeki adrenal korteksle homolog olan interrenal hücreler tarafından sentezlenmektedir (Wendelaar-Bonga, 1997). Kortizol balıklardaki esas kortikosteroid hormon olup bu canlılarda hem mineralo- hem de glukokortikoid aksiyonlara sahip olup hidromineral denge ve enerji metabolizmasına katılmaktadır (Mommensen vd., 1999). Çalışmamızda *O. niloticus*'ta serum kortizol ve glukoz düzeyleri civanın tek başına etkisinde her iki etkileşim süresi sonunda da artış göstermiştir. Bununla birlikte civa+zeolit karışımlarının etkisinde kortizol düzeyi 4 günlük, glukoz düzeyi ise 21 günlük süre sonunda artış göstermiştir. Kortizol düzeyleri, civanın neden olduğu strese bağlı olarak interrenal hücrelerin uyarılması ve bu hücrelerden dolaşım sistemine bu hormonun salınması sonucunda artmış olabilir. Kan glukoz düzeylerindeki artış bir hiperglisemiye göstermekte ve bununla metalin neden olduğu stres durumları altında bu metabolite duyulan gereksinim nedeniyle karaciğer dokusundaki artan glukoz-6-fosfat aktivitesi ve glikojen yıkımı ile karbonhidrat olmayan kaynaklardan glukoneogenez yoluyla oluşan ve kan dolaşımına katılan glukoz moleküllerine bağlı olarak arttığı düşünülmektedir. Çalışmamızla benzer olarak Fırat vd. (2011) de pestisit ve ağır metallerin etkisinde *O. niloticus*'un kan dokusundaki kortizol ve glukoz düzeylerinin arttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar kortizolün de novo sentezi sonucunda; glukozun ise artan glikojenolizis ve glukoneojeneze bağlı olarak arttığını vurgulamışlardır.

Stres yapıcılara karşı kan plazması kortizol düzeylerinde artış meydana gelmektedir (Barton ve Iwama, 1991). Kan glukoz düzeylerindeki artışlar kirleticilere karşı balıklardaki genel bir yanıt mekanizmasını göstermektedir. Kimyasal stres durumlarında organizmaların enerji gereksinimi artmaktadır. Sunulan çalışmada da civanın etkisinde balık kan dokusundaki kortizol ve glukoz düzeylerinin büyük bir olasılıkla bir stres yanıtı olarak ve bu ağır metalin neden olduğu stres durumlarıyla baş etmek için gereken fazladan enerji için arttığı düşünülmektedir. Fırat vd. (2011) de toksikantların etkisinde

balıklarda artan kan kortizol ve glukoz düzeylerinin kirleticilerin neden olduğu stres durumlarının iyileştirilmesi için gereken enerjinin sağlanması için arttığını belirtmişlerdir.

Dokuların protein düzeyleri, protein sentezi ya da yıkımı arasındaki orana bağlıdır. Serum proteinleri karaciğerde sentezlenmekte olup serum total protein düzeylerindeki değişiklikler olası bir karaciğer hasarının belirteci olarak kullanılmaktadır (Yang ve Chen, 2003). Protein düzeyleri kirleticilerin etkisinde sentezinin azalması ya da yıkımının artmasına bağlı olarak azalabilmektedir. Sunulan çalışmada *O. niloticus*'ta denenen her iki sürede de serum total protein düzeylerinin yüksek civa derişiminin etkisinde azaldığı; bununla birlikte, civa+zeolit karışımlarının etkisinde ise önemli bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Serum total protein düzeylerinin civa toksisitesinin bir sonucu olarak azaldığı düşünülmektedir. Kan protein düzeylerinin azalan protein sentezi ve/veya artan yıkımı ve proteolitik aktivite ile ilişkide protein kayıplarının sonucunda azalabileceği öngörülmüştür (Shakoori vd., 1990). Pestisit ve ağır metallerin *O. niloticus*'ta serum parametreleri üzerine karşılaştırılmalı etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada sonuçlarımıza paralel olarak serum total protein düzeylerinde toksikantların etkisinde önemli azalışların olduğu ve bu azalışların kirleticilerin karaciğer dokusu üzerine olan toksik etkileriyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Fırat vd., 2011).

Balıklarda serum iyon düzeyleri sucul ortamlardaki kirleticilerin fizyolojik etkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan yararlı belirteçler olup ağır metal toksikolojisiyle ilgili birçok çalışmada balıklardaki ozmotik regülasyon ve iyon dengesindeki değişiklikler hakkında bilgiler sunmaktadır (Fırat ve Kargin, 2010; Fırat vd., 2011). Kanın ozmatik basıncının korunmasında ve iyon homeostazisinde sodyum, klor ve potasyum gibi iyonlar önemli roller oynamaktadır. Gerek ağır metaller gerekse de pestisitlerin balıklarda iyon regülasyonunu etkilediği iyi bilinmektedir (Fırat vd., 2011). Bu araştırmada da *O. niloticus*'ta civanın tek başına etkisinde özellikle de yüksek ortam derişiminde serum sodyum ve klor düzeylerinde azalışlar; potasyum düzeylerinde ise artışlar saptanmıştır. Bununla birlikte civanın zeolitle birlikte etkisinde ise analiz edilen tüm bu elektrolit düzeylerinde önemli bir değişim belirlenmemiştir.

Serum iyon düzeylerindeki azalış/ artışların büyük bir olasılıkla civanın etkisinde iyon regülasyonunda önemli roller oynayan dokular özellikle de solungaç dokusunun hasar görmesi, klorid hücrelerin aktivitesinin engellenmesi ve Na/K-ATPaz gibi enzimlerin inhibisyonuna bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir. Fırat vd. (2011) de metallerin (bakır ve kurşun) etkisinde *O. niloticus*'un serumunda sodyum ve klor düzeylerinin azaldığını potasyum düzeylerinin ise arttığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar metallerin toksik etkisiyle solungaç ve böbrek gibi organlardaki histopatolojik bozukluklara bağlı olarak iyon regülasyon mekanizmasının zarar görmesinin serum iyon düzeylerinde değişikliklere yol açtığını vurgulamışlardır. Başka bir çalışmada da çeşitli metallerin etkisinde *O. niloticus*'ta serum iyon (sodyum, klor, potasyum ve

- James, R. (2000). Effect of zeolite on reduction of cadmium level in water and improvement of haematological parameters in *Oreochromis mossambicus*. *Indian Journal of Fisheries*, 47: 29-35.
- Martinez, F.J., Garcia-Riera, M.P., Canteras, M., De Costa, J. & Zamora, S. (1994). Blood parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Simultaneous influence of various factors. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 107: 95–100.
- Misaelides, P. (2011). Application of natural zeolites in environmental remediation: A short review. *Microporous and Mesoporous Materials*, 144: 15–18. doi: 10.1016/j.micromeso.2011.03.024
- Mishra, M. & Jain, S.K. (2009). Effect of natural ion exchanger chabazite for remediation of lead toxicity: An experimental study in teleost fish *Heteropneustes fossilis*. *Asian Journal of Experimental Sciences*, 23(1): 39-44.
- Mommsen, T.P., Vijayan, M.M. & Moon, T.W. (1999). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Rev. Journal of Fish Biology*, 9: 211–268.
- Öner, M., Atli, G. & Canli, M. (2008). Changes in serum biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27: 360–366. doi: 10.1897/07-281R.1
- Papaioannou, D., Katsoulos, P.D., Panousis, N. & Karatzias, H. (2005). The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials*, 84:161–170. doi:10.1016/j.micromeso.2005.05.030
- Rashed, M.N. (2001). Monitoring of environmental heavy metals in fish from Nasser Lake. *Environment International*, 27: 27-33. doi:10.1016/S0160-4120(01)00050-2
- Shakoori, A.R., Aziz, F., Alam, J. & Ali, S.S. (1990). Toxic effects of talastar, a new synthetic pyrethroid, on blood and liver of rabbit. *Pakistan Journal of Zoology*, 23: 289–300.
- Taş, M., Demirel, R., Şentürk, D., Kurt, D., Bacinoğlu, S., Cirit, Ü. & Ketani, M.A. (2007). Effects of dietary natural zeolite on the testicular weight, body weight and spermatological characteristics in rats. *Journal of The Faculty of Veterinary Medicine Istanbul University*, 33(3): 33-42.
- Wendelaar Bonga, S.E. (1997). The stress response in fish. *Physiological Review*, 7: 591–625.
- Yang, J.L. & Chen, H.C. (2003). Effects of gallium on common carp (*Cyprinus carpio*): Acute test, serum biochemistry, and erythrocyte morphology. *Chemosphere*, 53: 877–882. doi:10.1016/S0045-6535(03)00657

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Adıgüzel Baraj Gölü (Denizli-Türkiye)'nün bentik makroomurgasızları

Benthic macroinvertebrates of Adıgüzel Reservoir (Denizli, Turkey)

Murat Özbek • Ayşe Taşdemir* • Seray Yıldız

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

* Corresponding author: ayse.tasdemir@ege.edu.tr

Received date: 04.03.2016

Accepted date: 23.06.2016

How to cite this paper:

Özbek, M., Taşdemir, A. & Yıldız, S. (2016). Benthic macroinvertebrate of Adıgüzel Reservoir (Denizli, Turkey) (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 259-263. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.10

Öz: Adıgüzel Baraj Gölü'nün bentik makroomurgasızların tespiti amacıyla, Ocak 2007- Aralık 2007 tarihleri arasında gölden seçilen 4 istasyon ve kıyıdan aylık biyolojik örneklemeler yapılmıştır. Örnekleme çalışmalarında göl içindeki istasyonlarda Ekman-Birge grab ve kıyı örneklemelerinde de el kepçeleri kullanılmıştır. Örnekler arazide %4'lük formaldehit solüsyonu ile fikse edilmiş olup, laboratuvar ortamında eleklerden süzülüş, tür tayinleri yapılmış ve sayılmıştır. Çalışma sonucunda, Diptera'dan üç (*Chironomus tentans*, *Polypedilum nubeculosum*, *Procladius (Holotanypus) sp.*), Malacostraca'dan iki (*Paramysis kosswigi*, *Pontogammarus robustoides*) ve biri Oligochaeta'ya (*Nais pardalis*) dahil olmak üzere toplam 6 tür tespit edilmiştir. Teşhis edilen türler, Adıgüzel Baraj Gölü için ilk kayıtlardır. Adıgüzel Baraj Gölü'nün profundal kısmının oldukça verimsiz olduğu tespit edilmiş olup, metrekarede ortalama 17 chironomid bireyi tespit edilmiştir. Çalışmada tespit edilen diğer bentik makroomurgasız organizmalar gölün littoral kısmından örneklenmişlerdir.

Anahtar kelimeler: Bentik makroomurgasız, Adıgüzel Barajı, Denizli, Türkiye

Abstract: In order to determine the benthic macro-invertebrates of Adıgüzel Reservoir, samplings were performed between January 2007 and December 2007 at four stations in dam lake and littoral zone. During the samplings, an Ekman Grab was used in those stations located in dam lake and 180 µ mesh sized hand nets were used in coastal samplings. Collected material were fixed in 4% formalin solution in field and then washed and sorted, identified and counted in laboratory. As a result of the study, totally six species were determined. Of them, three belong to Diptera (*Chironomus tentans*, *Polypedilum nubeculosum*, *Procladius (Holotanypus) sp.*), two to Malacostraca (*Paramysis kosswigi*, *Pontogammarus robustoides*) and one belongs to Oligochaeta (*Nais pardalis*). All of the determined species were firstly reported from the locality. The profundal zone of the Adıgüzel Reservoir was poor in terms of productivity and the average chironomid density was 17 ind/m². The remaining benthic macroinvertebrate species determined in this study were sampled from the littoral zone of the dam lake.

Keywords: Benthic macroinvertebrate, Adıgüzel Reservoir, Denizli, Turkey

GİRİŞ

Sulama ve taşkınları önleme, enerji sağlama ya da içme suyu sağlanması amacıyla yapılan barajlar, kuruldukları nehir sistemi üzerinde büyük ekolojik değişimler meydana getirirler. İlk yıllarda oldukça zayıf olan bentik ve pelajik faunanın zaman içinde gelişimi ile ortam nispeten doğal bir göl özelliği gösterir. Önceleri akarsu formu olan canlılardan bazıları ya ortama adapte olurlar ya da tamamıyla elimine olurlar (Balık vd., 1999).

Bentik omurgasızlar sınırlı hareket kabiliyetleri nedeniyle, ortamda meydana gelen her türlü değişime en iyi tepki veren organizma grupları arasında yer almaktadır. Akarsu üzerine baraj yapılması sonucunda lotik habitattan lentik habitata doğru olan büyük bir değişim yanında, ortama ağıktan veya gizlice verilen düşük miktardaki kirletici mevcudiyetinde bile komünite yapısında gözlenen değişimler ile tepki verirler. Bu sayede de, özellikle içsulara biyolojik izleme çalışmalarının en önemli organizma grupları olarak kabul edilirler (Helawell, 1986).

Türkiye'de toplam 595 adet baraj bulunmaktadır (DSİ, 2016). Sulama, enerji elde edilmesi veya içme suyu temini amaçlarıyla yapılan baraj göllerinin bentik makroomurgasız faunaları hakkında yapılmış az sayıda çalışma mevcuttur. Bu baraj göllerinden Çubuk, Seyhan, Keban, Cip, Kesikköprü, Berdan, Aslantaş, Mamasın, Topçam ve Tahtalı baraj göllerinde çalışmalar yapılmıştır (Geldiay, 1949; Kırgız, 1988; Akıl vd., 1996; Ahıska, 1999; Fındık ve Göksu, 2004, 2007; Ersan vd., 2009; Yıldız ve Balık, 2006; Taşdemir vd., 2010). Konum itibarıyla, Adıgüzel Baraj Gölü'ne yakın olan Buldan (Ustaoglu vd., 2004) ve Kemer (Yıldız vd., 2008) baraj göllerinde de bentik makroomurgasızlar hakkında yapılan çalışmalar mevcuttur.

Adıgüzel Baraj Gölü'nün bir kısmı Denizli İli'nin Güney ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup, kuzeyde kalan kısmı ise Uşak İli'nin sınırları içerisindedir. Baraj seti Büyük Menderes

Nehri ile Hamam Çayı'nın birleştiği yerde inşa edilmiştir. Sulama, taşkın kontrolü ve enerji üretmek amacıyla kurulmuş olan barajın en büyük göl hacmi 1188 hm³, en büyük göl alanı ise 27,7 km²'dir. Deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 430 m'dir. Baraj gövdesi kaya ağırlıklı olup, yapımı 1989 yılında tamamlanmıştır (DSİ, 2016). Adıgüzel Baraj Gölü'nü besleyen üç kol bulunmaktadır. Bunlar, Hamam Çayı, Banaz Çayı ve Büyük Menderes Nehri'dir (Küçük, 2007).

Adıgüzel Baraj Gölü'nün bentik makroomurgasızların ortaya çıkarılabilmesi amacıyla yapılan bu araştırma, konu hakkında gölde yapılan ilk çalışma olup, gelecekte yapılması muhtemel izleme çalışmalarında araştırmacılara yardımcı olacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Adıgüzel Baraj Gölü'nün bentik makroomurgasızların tespiti amacıyla, Ocak 2007 ve Aralık 2007 tarihleri arasında aylık olarak gerçekleştirilen arazi çalışmalarında gölden dört istasyon seçilmiştir (Şekil 1).

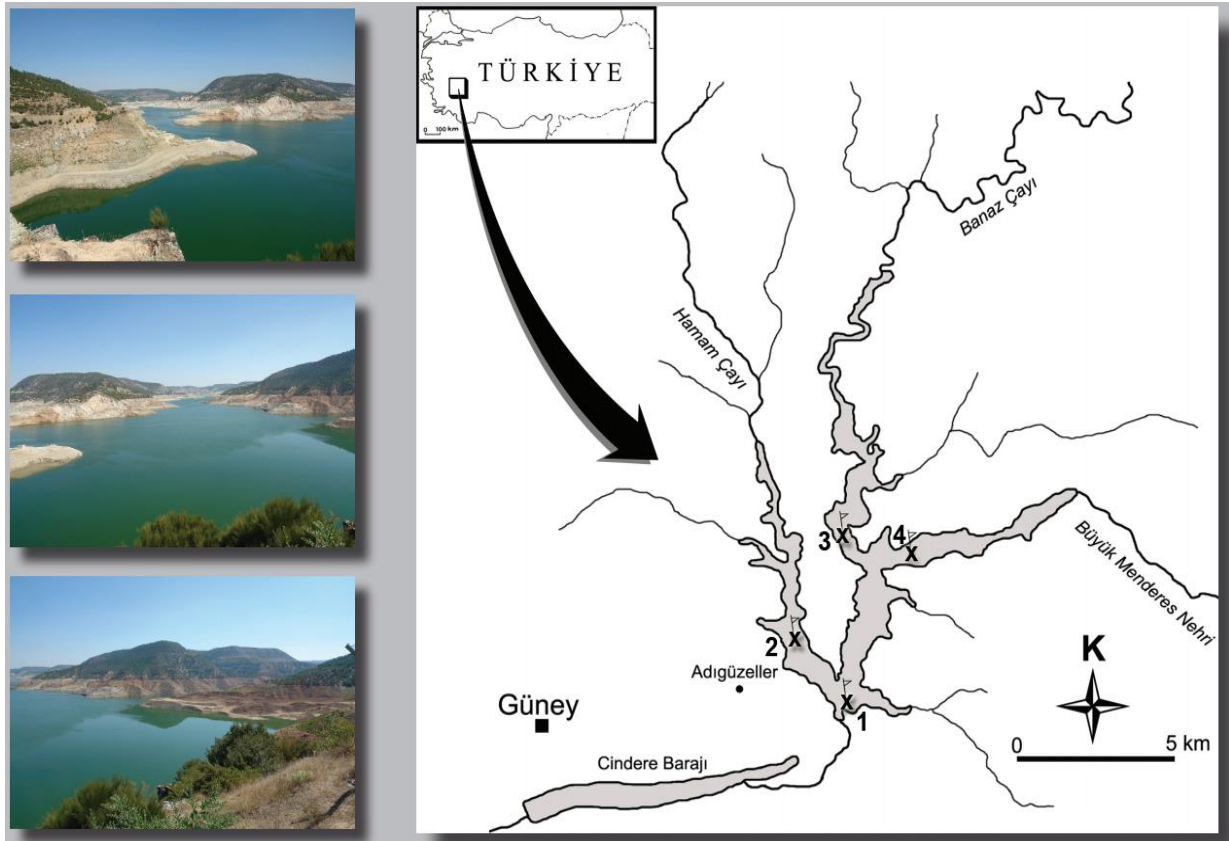
Ayrıca baraj gölünün kıyı kısmından da bentik el kepçeleriyle rastgele örnekleme yapılmıştır. Temmuz ayında olumsuz saha şartları nedeniyle (suyun aşırı çekilmesi nedeniyle kıyı kesimlerinde bataklık oluşumu) göle

girilemediğinden dolayı örnekleme yapılamamıştır. Baraj Gölü'nde örnekleme yapılan 1.istasyon Baraj Gölü'nün durgun su kesimidir. Baraj setinin hemen önünde yer alan ve en derin istasyonudur. 2.istasyon Hamam çayının baraj gölüne giriş yaptığı kesimde yer alır. 3.istasyon Banaz çayının baraj gölüne giriş yaptığı kısımda bulunmaktadır. 4.istasyon Büyük Menderes Nehri'nin kaynak suları ve Işıklı Gölü'nden gelen kolun göle giriş yaptığı kısımda yer almaktadır.

Bentik omurgasız örnekleri 180 µm göz açıklığındaki el kepçeleri ve 15x15 cm ağız açıklığı olan Ekman çamur alma aleti ile toplanmıştır. Alınan çamur örnekleri daha sonra 500 µm göz açıklığındaki elekten geçirilerek arazide bir ön elemeye tabi tutulmuştur.

Arazi çalışması sırasında %4'lük formaldehit de fikse edilen biyolojik örnekler laboratuarda bol su ile yıkanıp ayıklandıktan sonra %70'lik alkole alınmıştır. Ayıklanan örneklerin preparasyonu yapıldıktan sonra stereomikroskop ve binoküler mikroskop kullanılarak tür tayinleri ve metre karedeki birey sayıları gerçekleştirilmiştir.

Bentik makroomurgasızların teşhislerinde Klink ve Moller-Pillot (2003), Bacescu (1954), Carauşu vd. (1955), Timm ve Veldhuijzen van Zanten (2002)'in yayınlarından yararlanılmıştır.



Şekil 1. Adıgüzel Baraj Gölü'nün coğrafik konumu ve görünümü (Foto: M. Özbek)

Figure 1. Geographical location and general view of Adıgüzel Reservoir (Photo: M. Özbek)

BULGULAR

Çalışma sonucunda, Adıgüzel Baraj Gölü'nün bentik makroomurgasız faunasının başlıca 3 gruptan oluştuğu tespit edilmiştir. Bu gruplar ve onlara ait taksonlar sistematik durumlarına göre aşağıda gösterilmiştir.

Phylum: Arthropoda
 Classis: Insecta
 Ordo: Diptera
 Familia: Chironomidae
 Subfamilia: Chironominae
Chironomus tentans Fabricius, 1805
Polypedilum nubeculosum (Meigen, 1804)
 Subfamilia: Tanypodinae
Procladius (Holotanypus) sp.
 Classis: Crustacea
 Subclassis: Malacostraca
 Ordo: Mysidacea
 Familia: Mysidae
Paramysis kosswigi Băcescu, 1948
 Ordo: Amphipoda
 Familia: Gammaridae
Pontogammarus robustoides (Sars, 1894)
 Phylum: Annelida
 Classis: Oligochaeta
 Ordo: Tubificida

Familia: Naididae

Nais pardalis Piguet, 1906

Adıgüzel Baraj Gölü'nde bentik makroomurgasız faunasının istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde (Tablo 1), 1.istasyonda hiçbir türe rastlanmazken 2. ve 4.istasyonlarda sadece chironomid larvalarına, 3.istasyonda ise hem chironomid hem de tubificid örneğine rastlanmıştır. Gölün kıyı kesiminde ise Chironomidae familyasının dışında Mysidacea ve Amphipoda örnekleri elde edilmiştir.

İstasyon 1'de hiç örneğe rastlanmama sebebini, baraj gölündeki en yüksek derinliğe sahip (ortalama 60 metre) istasyon olmasına bağlayabiliriz. Baraj gölünün en sığ bölgesindeki 4.istasyon (ortalama 18 metre) ise en verimli istasyon olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 4.istasyon Büyük Menderes nehrinin kaynak suları ve Işıklı Gölü suları tarafından beslenen kesimdir.

Adıgüzel Baraj Gölü profundal kısımda, metrekarede ortalama 17 chironomid bireyi tespit edilmiş olup, diğer bentik omurgasız organizmalar kıyıda tespit edilmiştir. Oligochaeta'dan ise sadece 1 birey tespit edildiği için hesaplama dahil edilmemiştir (Tablo 2).

Gölün bentik omurgasız faunasına nitel olarak bakıldığında, oldukça fakir olduğu görülmektedir

Tablo 1. Adıgüzel Baraj Gölü bentik taksonların istasyonlara göre dağılımı

Table 1. Distribution of the benthic taxa of Adıgüzel Reservoir according to the stations

Takson	1	2	3	4	Kıyı
Diptera					
<i>Chironomus tentans</i>	-	+	-	+	+
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	-	+	+	+	+
<i>Procladius</i> (Holotanypus) sp	-	-	+	-	-
Mysidacea					
<i>Paramysis kosswigi</i>	-	-	-	-	+
Amphipoda					
<i>Pontogammarus robustoides</i>	-	-	-	-	+
Tubificida					
<i>Nais pardalis</i>	-	-	+	-	-

Tablo 2. Adıgüzel Baraj Gölü'ndeki Chironomidae familyasının aylık popülasyon yoğunluğu ve yüzdeleri

Table 2. Monthly population density and percentage of the family Chironomidae in Adıgüzel reservoir

Aylar	<i>Chironomus tentans</i> B.S./m ²	%	<i>Polypedilum nubeculosum</i> B.S./m ²	%	<i>Procladius</i> (Holotanypus) sp. B.S./m ²	%	Toplam B.S./m ²
Ocak	0	0	0	0	11	100	11
Şubat	11	100	0	0	0	0	11
Mart	0	0	22	100	0	0	22
Nisan	0	0	34	100	0	0	34
Mayıs	45	100	0	0	0	0	45
Haziran	0	0	0	0	0	0	0
Temmuz	*	*	*	*	*	*	*
Ağustos	0	0	0	0	0	0	0
Eylül	56	84	11	16	0	0	67
Ekim	0	0	0	0	0	0	0
Kasım	0	0	0	0	0	0	0
Aralık	0	0	0	0	0	0	0
Ortalama	112	59	67	35	11	6	190

* Temmuz ayında olumsuz saha koşullarından dolayı örnekleme yapılamamıştır.

* Samplings couldn't be performed in July because of inappropriate field circumstances.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Chironomidae familyasına ait *Chironomus tentans* (10 birey/m², %59) en fazla tespit edilen tür olup genelde durgun sularda dağılım gösterir. *Polypedilum nubeculosum* (6 birey/m², %35) en fazla bulunan ikinci tür olup tüm durgun ve akarsularda, ayrıca ötrofik sularda dağılıma sahiptir. *Procladius (Holotanypus) sp.* (1 birey/m², %6) en az tespit edilen takson olup, bu genusun türlerinin büyük çoğunluğunun larvaları durgun ya da yavaş akan su kütlelerinde, özellikle havuzlarda ve küçük göllerde, çamurlu substratları tercih ederler (Rosenberg ve Resh, 1993; Armitage vd., 1995; Polatdemir ve Şahin, 1997). Tespit edilen chironomid türleri daha önce yapılan baraj gölleri ile ilgili çalışmalardan da rapor edilmiştir (Yıldız vd., 2008; Ersan vd., 2009; Taşdemir vd., 2010).

Gölde saptanan Oligochaeta türünden *Nais pardalis*, holarktik ve ayrıca Kuzey Afrika, Sino-Indian Bölgesi, Güney Amerika'dan dağılımları verilmiştir (Timm ve Veldhuijzen van Zanten, 2002). Rezervuar, göl ve nehirlerin littoral bölgelerinde, çamurlu-kumlu substratum üzerindeki sucul vejetasyon ile birlikte bulunur. Yaygın bir türdür. Tatlı su formudur. Spiral hareketlerle yüzer. Organik madde bakımından zengin ortamlara daha az toleranslıdır (Learner vd., 1978). Çalışmamızda da bu türe sadece istasyon 3'de rastlanılmıştır. Türün aynı özellikleri taşıyan Kemer Baraj Gölü'nden de kaydı verilmiştir (Yıldız vd., 2008).

Adıgüzel Barajının kıyı bölgesinden tespit edilen *Pontogammarus robustoides*'in Türkiye'den üç kaydı bulunmaktadır (Mordukhai-Boltovskoi, 1964; Özbek ve Ustaoglu, 2005; Özbek, 2011). Bu kayıtlara göre, *P. robustoides* türü Göller Yöresi ile Marmara ve Ege bölgelerinde dağılım göstermektedir (Özbek, 2011). Türün Ege Bölgesi'nde kayıt edildiği lokalite Tahtalı Barajı olup, muhtemelen ortama balıkçılar veya balık aşılması yapanlar tarafından bilinçsiz bir şekilde sonradan taşındığı düşünülmektedir. Karadeniz-Hazar ekosisteminin tipik türü olan *P. robustoides*, istilacı karakterde bir tür olup, yeni ortamlara gösterdiği yüksek adaptasyon kabiliyetiyle dikkati çeker. Hali hazırda özellikle Avrupa'daki birbiriyle bağlantılı nehir yollarını kullanarak Baltık Denizi'ne ulaştığına dair kayıtlar mevcuttur (Bij de Vaate vd., 2002). Yapılan bu çalışmada türe baraj gölünün littoral kısmından yapılan örneklemelerde rastlanılmış olup, tüm örnekleme sezonunda toplam 24 adet amphipod bireyi bulunabilmiştir. Birçok baraj gölünde olduğu gibi, Adıgüzel Baraj Gölü'nde de mevsimsel su değişimlerinin fazla olması yüzünden littoral kısımda sucul makrofit oluşumu yok denecek kadar azdır. Sucul makrofitler makroomurgasızlar için hem beslenme hem de saklanma alanlarıdır ve bunların ortamda bulunmaması makro omurgasızların dağılımını olumsuz yönde etkileyebilir (Rosenberg ve Resh, 1993). Gölün littoral kısmında yapılan örneklemelere rağmen az sayıda makroomurgasız bireyi tespit edilmesinin en önemli sebebinin sucul makrofitlerin eksikliği olduğu düşünülmektedir.

Türkiye'ye endemik türlerden biri olan *Paramysis kosswigi* türünün tip lokalitesi Işıklı Kaynakları, Denizli olarak

bilinmektedir (Bacescu, 1954). Türkiye'de tamamıyla tatlısu karakterindeki ortamlarda yaşayan 2 mysid türünden biri olan *P. kosswigi* türünün genel anlamda Büyük Menderes Nehri'nin üst havzalarında dağılım gösterdiği söylenebilir (Özbek ve Ustaoglu, 2005). Tip lokalitesi Işıklı Kaynakları olan bu türün ve ekolojisi hakkında çok az bilgi mevcuttur. Önceleri organik kirlenmenin az olduğu nispeten soğuk sularda dağılım gösterdiği bilinen (Özbek ve Ustaoglu, 2005) bu türün Adıgüzel Baraj Gölü'nde de bulunması, *P. kosswigi*'nin organik kirliliğe karşı bilinenden daha dayanıklı olabileceği konusunda soru işaretleri oluşmasına sebep olmaktadır. Türün ekolojik özellikleri Büyük Menderes Havzası'nda yapılacak diğer çalışmalar ile netleşecektir. Türün tip lokalitesi olan Işıklı Kaynakları başta olmak üzere, dağılım gösterdiği ortamlarda artan insan baskısı sebebiyle tehdit altında bulunan *P. kosswigi* türünün korunması gerekmektedir. Alınabilecek koruma önlemlerinin etkili ve kolay olanı Işıklı Kaynakları ve havza bazında Büyük Menderes Nehri'nin kirlilik ve insan baskısından korunması ve sürdürülebilir yönetimi şeklinde olabilir.

Adıgüzel Barajı Türkiye'nin nispeten yeni barajlarından biri sayılabilecek olmasına karşın, özellikle profundal kısmında kirliliğe toleranslı türlerden *Chironomus tentans*'in (Rosenberg ve Resh, 1993) dağılım gösteriyor olması barajı besleyen iki koldan özellikle Banaz ilçesindeki sanayinin atıklarını taşıyan kolun aşırı kirli olması ile açıklanabilir (Dönmez Şahin vd., 2011).

Adıgüzel Baraj Gölü bentik makroomurgasızları, daha önce çalışılan ve coğrafik olarak baraj gölü yakınlarında yer alan Buldan ve Kemer Baraj Göllerinin bentik makroomurgasızları ile karşılaştırıldığında, her iki baraj gölünün takson sayısı açısından Adıgüzel Baraj Gölü'nden daha zengin olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda Buldan Baraj Gölü'nden 14 tür, Kemer Baraj Gölü'nden ise 12 bentik makroomurgasız taksonu rapor edilmiştir.

Tespit edilen türler açısından baraj gölleri incelendiğinde, Buldan (*C. tentans* ve *P. robustoides*) ve Kemer baraj göllerinde de 2 türün (*Procladius (Holotanypus) sp.* ve *Nais pardalis*) ortak olduğu görülmektedir.

Adıgüzel Baraj Gölü'ndeki bentik makroomurgasızlar kantitatif açıdan değerlendirildiğinde de, Buldan (Balık vd., 1999) ve Kemer (Yıldız vd., 2008) Barajları'na göre daha zayıf olduğu görülür (Adıgüzel Barajı ortalama 17 birey/m², Buldan Barajı 963 birey/m² ve Kemer Barajı 536 birey/m²).

Adıgüzel Baraj Gölü'nün hem kalitatif hem de kantitatif yönden fakir olmasını; Adıgüzel Barajı'nın diğer baraj göllerine göre daha genç olması [(Adıgüzel (27 yıl), Buldan (49 yıl) ve Kemer (58 yıl)] (DSİ., 2016) ve bu nedenle dip yapısının ve faunasının tam anlamıyla daha yeni oluşmaya başlamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bir diğer önemli sebep ise baraj göllerinde meydana gelen su seviyesi değişimleridir. Bu su seviyesi değişimleri büyük miktarlarda olduğunda sucul yaşamı da doğrudan etkilenmektedir. Adıgüzel Baraj Gölü'nde su seviyesi iniş ve

çıkışları da bu durumu desteklemektedir. Örneklem periyodu boyunca ülke çapında yağışsız geçen bir döneme rastlanmış olması, yaz aylarından itibaren yağışların kesilmesi ve sulama amaçlı su salınışından dolayı su seviyesinde ciddi bir azalmaya sebep olmuştur. Fitoplankton dinamiği üzerine çalışan araştırmacılar da su seviyesinde gerçekleşen iniş ve çıkışların besleyici elementler ve tür kompozisyonlarındaki değişimlerin başlıca etkeni olduğunu belirtmektedirler (Calijuri vd, 2002; Geraldes ve Boavida, 1999). Bentik makroomurgasızlar ortamın organik kirlilik yükünün belirlenmesi çalışmalarında oldukça yararlı organizmalardır (Rosenberg ve Resh, 1993). Akarsu ve barajlarda izleme çalışmalarında kullanımlarının

artması, ekolojik açıdan oldukça önemli olan su kaynaklarımızın sürdürülebilir yönetimi çalışmalarına destek sağlayacaktır. Ayrıca, bu araştırma ile Türkiye'nin biyolojik çeşitliliğine de katkı sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi tarafından desteklenen 2006/SÜF/009 kodlu projeden üretilmiştir. Saha çalışmaları süresince bizlere yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Haşim SÖMEK'e ve Ege Üniversitesi İç sular Biyolojisi Anabilim Dalı üyelerine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Ahiska, S. (1999). The Benthic Fauna of Kesikköprü (Ankara) Dam Lake and Seasonal Dynamics (in Turkish with English abstract). Ankara University Institute of Science and Technology Department of Biology. PhD Thesis, Ankara.78 p.
- Akıl, A., Ayvaz, Y. & Şen, D. (1996). Chironomidae (Diptera) Larvae in Cip Dam Lake (Elazığ) *Turkish Journal of Zoology*, 20 217-220.
- Armitage, P.D., Cranston, P.S. & Pinder, L.C.V. (1995). *The Chironomidae: biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, London, 572 p.
- Bacescu, M. (1954). Fauna Republicii Populare Romine, Crustacea, Vol. IV, fas. 3, Mysidacea. *Academica Republicii Populare Romine*, 126.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Sari, H.M., Şipal, U., Özdemir-Mis, D., Aygen, C. & Özbek, M. (1999). *Limnological Investigation of Buldan Dam Lake (Buldan-Denizli)*. Ege University Scientific Research Project Report, Project No: 1994/SÜF/03, 68 p.
- Bij de Vaate, A., Jazdzewski, K., Ketelaars, H.A.M., Gollasch, S. & van der Velde, G. (2002). Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macro invertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 59: 1159-1174. doi: 10.1139/f02-098
- Calijuri, M.C., Dos Santos, A.C.A. & Jati, S. (2002). Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Bara Bonita, S.P. Brasil). *Journal of Plankton Research*, 24 (7): 617-634.
- Carauşu, S., Dobreanu, E. & Manolache, C. (1955). Fauna Republicii Populare Romine, Crustacea. *Academica Republicii Populare Romine*, 407.
- DSİ (2016). State Hydraulic Works. Date of access: 18 April 2016, <http://www.dsi.gov.tr/>
- Ersan, E., Altındağ, A., Ahiska, S. & Alaş, A. (2009). Zoobenthic fauna and seasonal changes of Mamasin dam lake (Central part of Turkey). *African Journal of Biotechnology*, 8 (18), pp. 4702-4707.
- Fındık, Ö. & Göksu, M.Z.L. (2004). Benthic fauna of Berdan Dam Lake (İçel) (in Turkish with English abstract). XVII. National Biology Congress Booklet, June 21 to 24, 2004, Adana.
- Fındık, Ö. & Göksu, M.Z.L. (2007). Benthic fauna of Aslantaş Dam Lake (in Turkish with English abstract).. *Çukurova University Journal of Science and Technology*, 1, 52-62.
- Geldiay, R. (1949). *Etude comparee sur les faunes macroscopique et microscopique de berrege de Tchoubouk et du lac d'Emir (Voisinaga d'Ankara)*. Communications de la Faculte des Sciences de L'Univesite d'Ankara, 260 p.
- Geraldes, A.M. & Boavida, M.J. (1999). Limnological comparison of a new reservoir with one almost 40 years old which had been totally emptied and refilled, *Lakes & Reservoirs: Research and management*, 4: 15-22.
- Helawell, J.M. (1986). Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Pollution Monitoring. Elsevier, Amsterdam, 446 pp.
- Kırgız, T. (1988). A morphological and Ecological study on the larvae of Chironomidae (Diptera) of Seyhan Dam Lake (in Turkish with English abstract). *Doğa Turkish Journal of Zoology*, 12, 3, 231-245.
- Klink, A.G. & Moller-Pillot, H.K.M. (2003). Chironomidae larvae. Key to the Higher Taxa and Species of the Lowlands of Northwestern Europe. World Biodiversity Database, CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification, University of Amsterdam.
- Küçük, S. (2007). Investigation of Water Quality Parameters of the Büyük Menderes River for Fisheries. *Adnan Menderes University Faculty of Agriculture Magazine*; 4(1-2): 7 - 13
- Learner, M.A., Lochhead, G. & Hughes, B.D. (1978). A review of the Biology of British Naididae (Oligochaeta) with Emphasis on the the Lotic Environment. *Freshwater Biology*, 8:357-375. doi: 10.1111/j.1365-2427.1978.tb01457.x
- Mordukhai-Boltovskoi, Ph. D. (1964). Caspian Fauna Beyond the Caspian Sea. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 49: 139-176.
- Özbek, M. & Ustaoglu, M.R. (2005). Taxonomical investigation of Lake District Inland Waters Malacostraca (Crustacea-Arthropoda) fauna. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, (3-4): 357-362.
- Özbek, M. (2011). Distribution of the Ponto-Caspian Amphipods in Turkish Fresh Waters: An Overview. *Mediterranean Marine Science*, 12(2): 447-453.
- Polatdemir, N. & Şahin, Y. (1997). "Still-Waters Systems in and Around Eskişehir Chironomidae (Diptera) Larvae"(in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Zoology* 21, 315-319.
- Rosenberg, D. & Resh, V. (1993). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman & Hall. New York.
- Dönmez Şahin, M., Ceylan, Ö. & Konuk, M. (2011). The Effects of Industry Waste Left to Dokuzsele Stream (Ulubey-Uşak) on the Germination and Growth of Some Culture Plants *Research Journal of Biological Sciences* 4 (2): 157-163
- Taşdemir, A., Yıldız, S., Özbek, M., Ustaoglu, M. R. & Balık, S. (2010). The macrobenthic (Oligochaeta, Chironomidae, Amphipoda) fauna of Tahtalı reservoir (Izmir) (in Turkish with English abstract). *Journal of FisheriesSciences.com*, 4(4): 376-383. doi: 10.3153/jfscom.2010040
- Timm, T. & Veldhuijzen van Zanten, H. H. (2002). Freshwater Oligochaeta of North-West Europe. World Biodiversity Database, CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification, University of Amsterdam.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Özbek, M., Taşdemir, A. & Yıldız, S. (2004). Benthic fauna of Buldan Reservoir (Denizli, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(1-2): 139-141
- Yıldız, S. & Balık, S. (2006). The Oligochaeta (Annelida) Fauna of Topçam Dam Lake (Aydın, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 30, 83-89.
- Yıldız, S., Taşdemir, A., Balık, S. & Ustaoglu, M.R. (2008). Macrobenthic fauna (Oligochaeta, Chironomidae) of Kemer Reservoir (Aydın, Turkey) (in Turkish with English abstract). *Journal of Fisheries Sciences.com* 2(3): 457-46

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Yayla Gölü (Denizli-Türkiye)'nün rotifer faunası

Rotifer fauna of Lake Yayla (Denizli-Turkey)

Didem Özdemir Mis* • M.Ruşen Ustaoglu

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

* Corresponding author: ozdemirmis@ege.edu.tr

Received date: 04.03.2016

Accepted date: 24.06.2016

How to cite this paper:

Özdemir Mis, D. & Ustaoglu, M.R. (2016). Rotifer fauna of Lake Yayla (Denizli-Turkey) (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 265-270. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.11

Öz: Yayla Gölü'nün rotifer faunasını belirlemek amacıyla, 2000- 2002 yılları arasında mevsimsel çalışma yapılmıştır. Rotifer örnekleri, 55 µm göz açıklığına sahip plankton kepçesi kullanılarak horizontal çekimlerle toplanmış ve %4'lük formaldehide tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, rotiferlerden 17 familyaya ait 64 takson saptanmış olup Yayla Gölü'nden ilk kez rapor edilmektedir. Ayrıca, *Colurella uncinata deflexa*, *Lepadella (H.) heterostyla* ve *Lepadella (L.) patella oblonga* Türkiye içsu faunası için yeni kayıt niteliği taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Rotifera, Monogononta, Bdelloidea, Yayla Gölü, Türkiye

Abstract: The rotifer fauna of Lake Yayla was studied seasonally between 2000- 2002. The rotifer samples were collected by using plankton net with the mesh size of 55 µm horizontally and preserved in 4 % formaldehyde. As a result, 64 taxa in 17 families were identified and reported firstly from Lake Yayla. Besides, *Colurella uncinata deflexa*, *Lepadella (H.) heterostyla* and *Lepadella (L.) patella oblonga* are new species for the Turkish inland waters fauna.

Keywords: Rotifera, Monogononta, Bdelloidea, Lake Yayla, Turkey

GİRİŞ

Rotiferler, besin zinciri içinde fitoplanktondan sonra ikinci sırada yer alan zooplanktonun önemli bir grubunu oluşturmakta ve ekosistemin trofik durumu hakkında bilgi vermektedirler.

Rotiferler üzerine, Ege Bölgesi'nde özellikle ova göllerinde (Marmara Gölü, Sazlıgöl, Bozalan Gölü) yapılmış birçok çalışma bulunmasına karşın (Ustaoglu, 1993; Ustaoglu vd., 2004; Balık vd., 2006) dağ gölleri üzerine yapılmış araştırmalar oldukça azdır. Gölçük Gölü'nde (Ödemiş-İzmir) yapılan çalışmalarda gölün limnolojik özellikleri ortaya koyulmuş ve 24 rotifer türü saptanmıştır (Geldiay ve Tareen, 1972; Özdemir Mis ve Ustaoglu, 2009). Karagöl (Yamanlar-İzmir)'de ise zooplankton topluluğu belirlenerek rotiferlerden 17 takson bildirmiştir (Ustaoglu, 1986).

Ülkemizin doğal göllerinde zooplankton üzerine yapılmış araştırmalar gözden geçirildiğinde, çoğunlukla ova göllerinin ele alındığı görülmektedir [Terkos Gölü (Güher vd., 2004), Beyşehir Gölü (Altındağ ve Yiğit, 2004), Sazlıgöl (Ustaoglu vd., 2004), Yeniçağa Gölü (Saygı Başbuğ ve Yiğit, 2005), Yenişehir Gölü (Bozkurt, 2006), Yamansaz Gölü (Yalın, 2006), Eğirdir Gölü (Hoyran Bölgesi) (Didinen ve Boyacı, 2007), Uluabat Gölü (Akbulut Emir vd., 2008), Sünnet Gölü (Deveci vd., 2011), İznik

Gölü (Apaydın Yağcı ve Ustaoglu, 2012), Karataş Gölü (Apaydın Yağcı, 2013), Işıklı Gölü (Barinova vd., 2014), Eğridir Gölü (Apaydın Yağcı vd., 2014), Gölhisar Gölü (Apaydın Yağcı, 2014), Ilı Gölü, Musaözü Gölü, Sapanca Gölü, Taşkısığı Gölü, Poyrazlar Gölü, Akgöl, Mogan Gölü, Eymir Gölü (Ergönül vd., 2016)]. Yüksek dağ gölleri üzerine yapılmış araştırmalar ise kısıtlıdır [Toros dağ gölleri (Ustaoglu vd., 2005), Uludağ buzul gölleri (Ustaoglu vd., 2008), Eğrigöl (Aygen vd., 2009)].

Yayla Gölü'nün kladoser ve kopepod faunası daha önce rapor edilmiş olup (Aygen vd., 2004), bu çalışmada ile de rotifer faunasının belirlenmesi amaçlanmıştır.

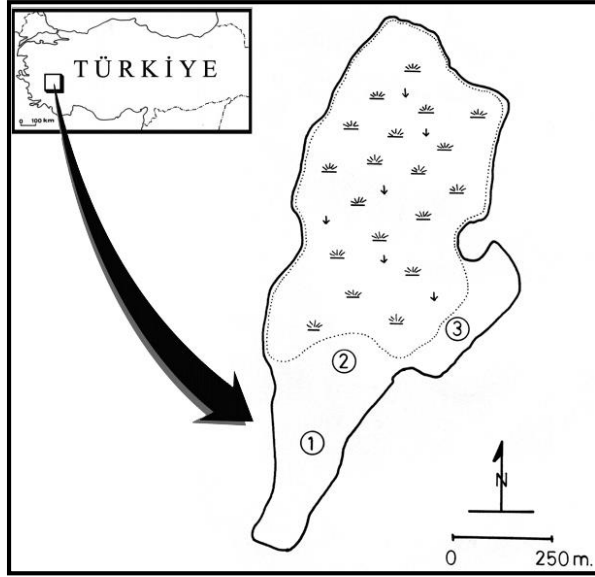
MATERYAL VE METOT

Yayla Gölü, Batı Anadolu'da, Aydın Dağları'nın doğusunda, Denizli il sınırları içinde, Buldan İlçesi'nin 8 km kadar batısındaki Süleymanlı Yaylası'nda, 1150 m rakımda, 38°03'07"N ile 38°03'52"N ve 28°46'19"E ile 28°46'45"E koordinatları arasında yer alan tektonik orijinli bir göldür.

Göl, yağmur suları ile beslenmekte, seviyesi yüksek olduğunda da güney kısmından küçük bir dere ile Büyük Menderes Nehri'ne boşalmaktadır. Gölün doğu tarafında

Buldan İlçesi'nin içme ve sulama ihtiyacını karşılamak amacıyla bir kanal bulunmaktadır. Şu anda bu kanal atıl vaziyette durmaktadır. Gölün güney kısmı da günümüzde setlerle çevrilmiş ve böylelikle gölün nehir ile bağlantısı kesilmiştir.

Süleymaniye Gölü olarak da bilinen Yayla Gölü'nün etrafı kısmen açık olmakla beraber orman ile kaplıdır. Gelelyi (Sazak) Dağı'nın kuzey eteğindedir. Göl, sığdır ve büyük bir kısmı sazlıklarla kaplıdır. 1,05 km²'lik bir alana sahip olan gölün ayna kısmı güney ve batı sahillerinde bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yayla Gölü'nün genel görünüşü ve çalışma yapılan istasyonlar
Figure 1. Map of Lake Yayla and sampling stations

Yayla Gölü'nün rotifer kompozisyonunu belirlemek amacıyla, Haziran 2000-Şubat 2002 tarihleri arasında mevsimleri temsil etmek üzere Haziran, Ekim, Mart, Nisan, Temmuz, Eylül ve Şubat aylarında örneklemeler yapılmıştır. Örneklem için 3 istasyon seçilmesine karşın (Şekil 1), bazı aylarda su seviyesinin alçalması ya da gölün kısmen

buzlanması nedeniyle her çalışmada 3 istasyondan da örneklem yapılması olanaksız olmuştur.

Zooplankton örnekleri, 55 µ göz açıklığına sahip plankton kepçesi kullanılarak horizontal çekimlerle toplanmış ve %4'lük formolde tespit edilmiştir.

Göl suyunun fiziko-kimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla, su derinliği, ışık geçirgenliği (30 cm Ø Secchi Diski), su sıcaklığı (0,1°C hassasiyetli termometre, pH (Hanna HI 8014 model pH metre), elektriki iletkenlik (Hanna HI 8033 model kondaktivitimetre), çözünmüş oksijen (Winkler Yöntemi ile) ölçümleri arazide gerçekleştirilmiştir.

Rotifer türlerinin tayinlerinde Collin (1961), Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978), ve Segers (1995)'den yararlanılmıştır.

BULGULAR

Yayla Gölü'nün yüzey suyunda fiziko-kimyasal parametreler incelendiğinde (Tablo 1), derinliğin Şubat'ta 110 cm (İst. 2), Eylül'de 20 cm (İst 1) olarak ölçülmesine karşın, genellikle 60-70 cm civarında olduğu görülmektedir. Su seviyesindeki bu değişim, yağışlar ve buharlaşmanın etkisiyle meydana gelmektedir.

Işık geçirgenliği değerleri, en yüksek 70 cm olarak Nisan'da (İst 3), en düşük 10 cm olarak Eylül'de ölçülmekle birlikte (İst 1), genellikle 40-50 cm civarındadır.

Gölde en yüksek sıcaklık değerine (22,7 °C) Temmuz'da (İst 1), en düşük sıcaklık değerine (4,9 °C) Şubat'ta (İst 2) rastlanılmıştır. Göldeki sıcaklık değişimleri, mevsimlere bağlı olan iklimsel farklılıklar ile doğru orantılıdır. pH ise 7,15-9,23 arasında değişim göstermiştir. Çözünmüş oksijen (ÇO) değerlerinin en düşük Ekim ayında (İst 2) 2,4 mg/L, en yüksek Şubat ayında (İst 2) 11,3 mg/L arasında değiştiği görülmüştür. ÇO doymunluğu ise, yine İst 2'de en düşük Ekim ayında % 26, en yüksek Eylül ayında % 118 olarak saptanmıştır. Göl suyunun elektriksel iletkenliği ise 105-247 µS25°C arasında değişmektedir.

Tablo 1. Yayla Gölü'nde fizikokimyasal parametrelerin aylık değişimi
Table 1. Monthly changes of physico-chemical parameters in Lake Yayla

Parametreler	Aylar	Yıllar 2000		2001			2002	
		Haz	Eki	Mar	Nis	Tem	Eyl	Şub
İstasyon 1								
Derinlik (cm)		*	50	50	55	60	20	45
Işık Geçirgenliği (cm)		50	20	25	35	50	10	45
Sıcaklık (°C)		20,7	13,0	9,0	9,0	22,7	20,4	5,9
pH		8,7	8,72	7,46	7,88	9,23	7,81	7,33
Ç.Oksijen (mg/l)		7,3	8,0	8,1	6,9	5,1	7,7	10,8
Ç.O.Satürasyonu (%)		92	86	81	97	67	98	99
İletkenlik (µS ₂₅)		115	206	159	173	166	225	124
İstasyon 2								
Derinlik (cm)		*	75	60	65	80	40	110
Işık Geçirgenliği (cm)		*	50	60	65	60	40	40
Sıcaklık (°C)		20,7	13,0	9,0	12,0	22,1	18,5	4,9

pH	7,52	7,80	7,51	7,54	8,25	7,61	7,15
Ç.Oksijen (mg/l)	4,7	2,4	8,0	6,2	6,3	10,0	11,3
Ç.O.Saturasyonu (%)	60	26	79	66	82	118	99
İletkenlik (μS_{25})	110	194	225	162	174	247	136
İstasyon 3							
Derinlik (cm)	*	60	100	85	*	*	*
Işık Geçirgenliği (cm)	*	30	60	70	*	*	*
Sıcaklık (°C)	20,4	13,0	8,0	11,5	*	*	*
pH	7,74	7,93	7,91	7,80	*	*	*
Ç.Oksijen (mg/l)	5,8	4,1	6,7	7,2	*	*	*
Ç.O.Saturasyonu (%)	72	45	63	70	*	*	*
İletkenlik (μS_{25})	105	196	160	123	*	*	*

*ölçüm yapılmadı.

Haz: Haziran, Eki: Ekim, Mar: Mart, Nis: Nisan, Tem: Temmuz, Eyl: Eylül, Şub: Şubat

Yayla Gölünde rotiferlerden 17 familyaya ait 64 takson saptanmıştır (Lecanidae 11 takson, Brachionidae ve Colurellidae 9'ar takson, Trichocercidae 6 takson, Euchlanidae 6 takson, Mytilinidae 5 takson, Notommatidae ve Testudinellidae 3'er takson, Synchaetidae, Filiniidae ve Collotheidae 2'şer takson, Epiphanidae, Trichotridae,

Asplanchnidae, Dicranophoridae, Floscularidae ve Philodinidae 1'er takson) (Tablo 2).

Gölde en fazla takson Eylül 2002 örneklemeğinde (38 takson), en az takson ise Şubat 2002 örneklemeğinde (23 takson) saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Yayla Gölü'nde rotifer taksonlarının aylara göre dağılımı**Table 2.** Monthly distribution of rotifer taxons in Lake Yayla

TAXA	Yıllar Aylar	2000		2001				2002
		Haz	Eki	Mar	Nis	Tem	Eyl	Şub
<i>Anuraeopsis fissa</i> Gosse, 1851		+	+	-	+	+	+	-
<i>Asplanchna sieboldi</i> (Leydig, 1854)		-	+	-	+	+	+	-
<i>Beauchampiella eudactylofa</i> (Gosse, 1886)		+	+	+	-	+	-	-
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851		-	-	-	-	-	+	-
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766		-	-	-	-	+	+	-
<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783		+	+	+	+	+	+	+
<i>Cephalodella</i> sp.		-	-	+	-	-	+	+
<i>Collothea ornata</i> (Ehrenberg, 1932)		+	-	-	-	-	-	-
<i>Collothea pelagica</i> (Rousselet, 1893)		-	-	-	-	+	-	-
<i>Colurella adriatica</i> Ehrenberg, 1831		+	+	+	+	+	+	+
<i>Colurella uncinata</i> (O.F.Müller, 1773)		+	-	-	-	-	-	-
<i>Colurella uncinata deflexa</i> (Ehrenberg, 1834)*		-	+	-	-	-	-	-
<i>Dicranophoroides caudatus</i> (Ehrenberg, 1834)		+	-	-	-	-	-	-
<i>Epiphanes brachionus spinosa</i> (Rousselet, 1901)		-	-	-	-	-	+	-
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832		+	-	-	-	+	+	-
<i>Euchlanis dilatata lucksiana</i> Hauer, 1930		-	+	-	-	+	+	-
<i>Euchlanis incisa</i> Carlin, 1939		-	+	+	+	-	+	-
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886		-	-	-	-	-	+	-
<i>Euchlanis triquetra</i> Ehrenberg, 1838		+	+	-	-	-	+	-
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)		-	-	-	-	+	+	-
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)		-	+	-	-	-	+	-
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)		+	+	+	+	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)		+	+	+	+	-	+	+
<i>Keratella tecta</i> (Gosse, 1851)		+	-	+	+	+	+	+
<i>Keratella valga</i> (Ehrenberg, 1834)		-	-	+	+	-	-	+
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1886)		+	+	+	-	+	+	+
<i>Lecane closteroerca</i> (Schmarda, 1859)		-	+	-	+	+	+	-
<i>Lecane furcata</i> (Murray, 1913)		-	-	-	-	-	+	-
<i>Lecane hamata</i> (Stokes, 1896)		+	+	+	+	+	+	-
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)		+	+	+	-	+	+	+
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)		+	+	-	+	+	+	-
<i>Lecane nana</i> (Murray, 1913)		-	-	-	-	+	+	-
<i>Lecane perplexa</i> (Ahlstrom, 1938)		+	-	-	-	-	-	-
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)		-	+	-	-	+	+	-

<i>Lecane tenuiseta</i> Harring, 1914	-	-	+	-	-	-	+
<i>Lecane unguolata</i> (Gosse, 1887)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Lepadella (H.) heterostyla</i> (Murray, 1913)*	-	+	-	-	-	-	-
<i>Lepadella (L.) acuminata</i> (Ehrenberg, 1834)	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lepadella (L.) ovalis</i> (Müller, 1786)	+	-	-	+	-	-	-
<i>Lepadella (L.) patella</i> (Müller, 1773)	-	+	+	+	+	+	+
<i>Lepadella (L.) patella oblonga</i> (Ehrenberg, 1834)*	-	-	+	-	-	+	+
<i>Lophocaris salpina</i> (Ehrenberg, 1834)	-	+	+	+	-	-	+
<i>Monommata actices</i> Myers, 1930	+	+	+	+	-	-	-
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)	+	+	+	+	-	+	+
<i>Mytilina mucronata spinigera</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	-	-	+	+	-
<i>Mytilina ventralis brevispina</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	-	+	+	+	+
<i>Notholca squamula</i> (Müller, 1786)	-	+	+	-	-	-	+
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ptygura</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rotaria tardigrada</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scardium longicaudum</i> (Müller, 1786)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Squatinella lamellaris</i> (Müller, 1786)	-	-	-	-	-	+	-
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	+	+	+	-	-	+
<i>Testudinella incisa</i> (Ternitz, 1892)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Testudinella mucronata</i> (Gosse, 1886)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	-	+	+	+	-	+	+
<i>Trichocerca (D.) bidens</i> (Lucks, 1912)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Trichocerca (D.) myersi</i> (Hauer, 1931)	-	+	+	+	-	-	+
<i>Trichocerca (D.) tenuior</i> (Gosse, 1886)	-	+	+	-	-	+	-
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)	+	+	+	-	-	-	-
<i>Trichocerca lophoessa</i> (Gosse, 1886)	-	-	+	-	+	+	-
<i>Trichocerca rattus</i> (Müller, 1776)	+	+	-	+	+	+	-
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+	+	+	-	-	+
Toplam taxa (64)	30	37	29	26	28	38	23

* Türkiye içsuları için yeni kayıt.

Haz: Haziran, Eki: Ekim, Mar: Mart, Nis: Nisan, Tem: Temmuz, Eyl: Eylül, Şub: Şubat

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yayla Gölü'nün ortalama yüzey suyu fiziko-kimyasal parametre değerlerine ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğine göre (SKKY,1988) su kalitesi çözünmüş oksijen değerleri (I.sınıf -II.sınıf su) dışında I. sınıf su (Yüksek kaliteli su) olarak

değerlendirilmiştir (Tablo 3). Yayla Gölü'nde bentik makrobentik omurgasızlar ve su kalitesi üzerine yapılmış diğer bir çalışmada (Duran ve Akyıldız, 2011), gölün fiziko-kimyasal parametreler yönünden I.-II. sınıf, biyolojik parametreler yönünden ise II. sınıf ile IV. sınıf (kirlenmiş) arasında değişim gösterdiği rapor edilmiştir.

Tablo 3. Yayla Gölü'nde ortalama fiziko-kimyasal parametre değerleri ve Türk Standartlarına göre su kalitesi sınıfları (Ustaoglu vd., 2003; I: yüksek kaliteli su, II: zayıf kirli su, III: kirli su, IV: çok kirli su)

Table 3. Means of physico-chemical parameters and water quality classes according to the Turkish Standarts in Lake Yayla. (Ustaoglu vd., 2003; I: high quality water, II: weakly polluted water, III: polluted water, IV: high polluted water)

Parametreler	Ortalama Değer	Su kalite sınıfı
Sıcaklık (°C)	14,0	I
pH	7,88	I
Ç.Oksijen (mg/l)	6,88	I-II
Ç.O.Saturasyonu (%)	75,6	I-II
İletkenlik (μS_{25})	163,6	-
NO ₂ -N ($\mu g/l$)	6,21	I
NO ₃ -N ($\mu g/l$)	23,99	I
NH ₄ -N ($\mu g/l$)	38,41	I
PO ₄ -P ($\mu g/l$)	9,39	I

Yayla Gölü'nde saptanan rotifer taksonlarının %59,38'i Türkiye içsularında 10'dan fazla lokaliteden, %32,81'i 1-5 lokaliteden, %7,81'i ise 6-10 lokaliteden rapor edilmiştir (Ustaoğlu vd., 2012)

Tespit edilen taksonlar Yayla Gölü'nden ilk kez rapor edilmekte olup *Colurella uncinata deflexa*, *Lepadella (H.) heterostyla* ve *Lepadella (L.) patella oblonga* Türkiye içsu faunası için yeni kayıt niteliği taşımaktadır (Ustaoğlu vd., 2012; Ustaoğlu, 2015).

Colurella genusundan palearktik bölgede 22 takson (Segers, 2007), ülkemiz sularında 5 takson (*C. adriatica*, *C. colurus*, *C. obtusa*, *C. uncinata*, *C. uncinata bicuspidata*) bulunmakta olup *C. uncinata deflexa* ülkemiz içsu faunası için yeni kayıttır (Ustaoğlu vd., 2012; Ustaoğlu, 2015).

Lepadella (*Heterolepadella*) subgenusundan palearktik bölgede 4 takson (Segers, 2007), ülkemiz sularında 1 takson (*L. (H.) ehrenbergi*) bulunmakta olup *L. (H.) heterostyla* ülkemiz içsu faunası için yeni kayıttır (Ustaoğlu vd., 2012; Ustaoğlu, 2015).

Lepadella (*Lepadella*) subgenusundan palearktik bölgede 56 takson (Segers, 2007), ülkemiz sularında 13 takson (*L. acuminata*, *L. amphitropis*, *L. biloba*, *costata*, *ovalis*, *patella*, *L. p. persimilis*, *L. princisi*, *L. quadricarinata*, *L. quinquecostata*, *L. rhomboides*, *L. triptera*, *L. latisinus*) bulunmakta olup *L. (L.) patella oblonga* ülkemiz içsu faunası için yeni kayıttır (Ustaoğlu vd., 2012; Ustaoğlu, 2015).

Gölde saptanan *B. quadridentatus*, *B. calyciflorus*, *K. quadrata*, *K. valga*, *N. squamula*, *E. dilatata*, *L. ovalis*, *L. luna*, *L. lunaris*, *Cephalodella sp.*, *P. dolichoptera*, *T. patina*, *F. longiseta*, *F. terminalis*, *C. ornata* Gölçük Gölü'nden de bildirilmiştir (Geldiay ve Tareen, 1972; Özdemir Mis ve Ustaoğlu, 2009).

Aynı şekilde, *B. quadridentatus*, *B. urceolaris*, *K. quadrata*, *K. cochlearis*, *N. squamula*, *Lecane sp.*, *Trichocerca sp.*, *Polyarthra sp.*, *Synchaeta sp.*, *T. patina* ve *F. longiseta* Karagöl (Ustaoğlu, 1986) ile de benzerlik gösteren taksonlar bulunmaktadır. Yayla Gölü'nden daha düşük rakımlı olan Karagöl'ün, derinlik olarak çok daha fazla olması ve daha çok çözünmüş oksijen içermesi, bu taksonların geniş dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Çünkü her iki göl de aynı coğrafik bölgede yer almakla olup ılıman göller sınıfına girmektedir.

Yayla Gölü'nden tespit etmiş olduğumuz taksonları son yıllarda ülkemiz göllerinde yapılan çalışmalarla karşılaştırdığımızda; *A. fissa*, *B. angularis*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *C. adriatica*, *E. dilatata*, *F. longiseta*, *F. terminalis*, *K. cochlearis*, *K. quadrata*, *L. bulla*, *L. closteroerca*, *L. luna*, *L. lunaris*, *L. (L.) patella*, *N. squamula*, *P. dolichoptera*, *S. pectinata*, *T. patina* ve *T. tetractis* türlerinin yaygın olduğunu

görmekteyiz (Güher vd., 2004; Altındağ ve Yiğit 2004; Ustaoğlu vd., 2004; Saygı Başbuğ ve Yiğit, 2005; Bozkurt, 2006; Yalım, 2006; Didinen ve Boyacı, 2007; Akbulut Emir vd., 2008; Deveci vd., 2011; Apaydın Yağcı ve Ustaoğlu, 2012; Apaydın Yağcı, 2013, 2014; Barinova vd., 2014; Apaydın Yağcı vd., 2014; Ergönül vd., 2016). *C. pelagica*, *C. uncinata*, *E. dilatata lucksiana*, *E. incisa*, *K. tecta*, *K. valga*, *L. furcata*, *L. hamata*, *L. nana*, *L. perplexa*, *L. quadridentata*, *L. (L.) acuminata*, *L. (L.) ovalis*, *L. salpina*, *M. mucronata*, *M. mucronata spinigera*, *M. ventralis*, *S. lamellaris*, *T. (D.) myersi*, *T. elongata*, *T. lophoessa* ve *T. rattus* nadir rastlanan taksonlardır. Gölde saptanmış olan diğer taksonlara ise yukarıda bahsedilen çalışmalarda rastlanmamıştır.

Yayla Gölü'nün bol vejetasyonlu olması, *Brachionus*, *Euchlanis*, *Trichocerca* ve *Cephalodella* gibi, sucul makrofitlerin zengin olduğu sığ alanları tercih eden zooplanktonik organizmalar için iyi bir habitat olmuş, kalitatif açıdan zenginleşmelerine olanak sağlamıştır (Ruttner-Kolisko, 1974). Özellikle yaz aylarının güneşli geçmesi, gölde fitoplankton ve dolayısıyla zooplankton yoğunluğunun artmasına neden olmuştur. Bu yoğunluk, havaların soğuması ile birlikte azalmaya başlamış ve kış aylarında takson sayısında düşüş görülmüştür. Çünkü bu göl, atmosferik koşullardan kolay etkilenen bir göl olup kış aylarında buzlanma göstermektedir. Buna karşılık, yazın buharlaşma olması ve yağmurların kesilmesi sonucu göl seviyesinde düşüş göze çarpmaktadır.

Saprobik sisteme göre (Sladeczek, 1973) Yayla Gölü rotifer taksonları; %36,21 oligosaprobik, %34,48 oligo/beta-mesosaprobik, %15,52 beta-mesosaprobik, %8,62 beta/alfa-mesosaprobik, %5,17 beta-mesosaprobik/oligosaprobik olarak değerlendirilmiş olup gölün oligo-mesotrofik karakterde olduğu saptanmıştır.

Brachionus türleri ötrofik suların, *Trichocerca* türleri ise oligotrofik suların indikatörü olup trofik seviyenin belirlenmesinde kullanılan Q*Brachionus*/Trichocerca indeksine göre (Q B/T = 0,5) Yayla Gölü oligotrofik özellik göstermektedir (Sladeczek, 1983).

Sonuç olarak, göl su seviyesinin azalması ve makrofitlerin göl yüzey alanının üçte ikisini kaplamış olması nedeniyle Yayla Gölü'nün oligo-mesotrofik karakterli bir göl olduğunu ve ötrofikasyona açık olduğunu söyleyebiliriz.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı finansal açıdan destekleyen, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Şube Müdürlüğü'ne (BAP Proje No: 2000/SÜF/008) ve arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı Prof.Dr.Süleyman BALIK, Prof.Dr.Hasan M.SARI, Prof.Dr.Murat ÖZBEK, Doç.Dr.Cem AYGEN, Doç.Dr.Ali İLHAN, Doç.Dr.Ayşe TAŞDEMİR, Doç.Dr.Seray YILDIZ ve Doç.Dr.Esat T.TOPKARA'ya teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Akbulut Emir, N., Akbulut, A. & Park, Y-S. (2008). Relationship Between Zooplankton (Rotifera) Distribution and Physico-chemical Variables in Uluabat Lake (Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin* 17 (8a): 947-955.
- Altındağ, A. & Yiğit, S. (2004). The Zooplankton Fauna and Seasonal Distribution Beyşehir Lake (in Turkish with English abstract). *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 24 (3): 217-225.
- Apaydın Yağcı, M. & Ustaoglu, M.R. (2012). Zooplankton Fauna of Lake İznik (Bursa, Turkey). *Turkish Journal of Zoology* 36 (3): 341-350.
- Apaydın Yağcı, M. (2013). Seasonal zooplankton community variation in Karataş Lake. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 12 (2): 265-276.
- Apaydın Yağcı, M. (2014). Seasonal Variations in Zooplankton Species of Lake Gölhisar, a Shallow Lake in Burdur, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 46(4):927-932.
- Apaydın Yağcı, M., Yağcı, A. & Bilgin, F. (2014). Study on composition and abundance of zooplankton assemblages in Eğirdir Lake (Isparta, Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 13(4):834-855.
- Aygen, C., Özdemir Mis, D., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2004). The Cladoceran and Copepod Fauna of Lake Yayla (Buldan-Denizli) (in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Aquatic Life* 2 (3): 35-40.
- Aygen, C., Özdemir Mis, D., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2009). Zooplankton Composition and Abundance in Lake Eğrigöl, a High Mountain Lake (Gündoğmuş, Antalya). *Turkish Journal of Zoology* 33: 83-88.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., Sarı, H.M., Özdemir Mis, D., Aygen, C., Taşdemir, A., Yıldız, S., Topkara, E.T., Sömek, H., Özbek, M. & İlhan, A. (2006). A preliminary study on the biological diversity of Bozalan Lake (Menemen-İzmir) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 23 (3-4): 291-294.
- Barinova, S., Solak, C.N., Erdoğan, O. & Romanov, R. (2014). Algae and Zooplankton in Ecological Assessment of the Işıklı Lake, Turkey. *Aquatic Biology Research* 2(2):23-35.
- Bozkurt, A. (2006). Zooplankton of Yenişehir Lake (Reyhanlı, Hatay) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 23, Suppl.1/1: 39-43.
- Collin, A. (1961). Rotatoria und Gastrotricha. In: Die Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 14, 273 pp.
- Deveci, A., Dügel, M. & Külköylüoğlu, O. (2011). Zooplankton of Lake Sünnet (Bolu, Turkey) and determination of some environmental variables. *Review of Hydrobiology* 4 (2): 115-130.
- Didinen, H. & Boyacı, Y.Ö. (2007). Determination on Base Systematic and Ecology of Rotifer Fauna (Rotifera) in Hoyran Region of Eğirdir Lake (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 24(1-2): 31-37.
- Duran, M. & Akyıldız, G.K. (2011). Evaluating Benthic Macroinvertebrate Fauna and Water Quality of Süleymanlı Lake (Buldan-Denizli) in Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica* 63 (2):169-178.
- Ergönül, M.B., Erdoğan, S., Altındağ, A. & Atasagun, S. (2016). Rotifera and Cladocera fauna of several lakes from the Central Anatolia, Marmara, and Western Black Sea regions of Turkey. *Turkish Journal of Zoology* 40: 141-146.
- Geldiay, R. & Tareen, I.U. (1972). Preliminary survey of Gölçük, an eutrophic mountain lake in Western Turkey. *Scientific Reports of the Faculty of Science, Ege University* No: 138, 21 s.
- Güher, H., Kırız, T., Çamur, B. & Güner, H. (2004). A Study on Zooplankton Organisms Community of Lake Terkos (İstanbul-Turkey). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7 (4): 566-570.
- Koste, W. (1978). Rotatoria. Überordnung Monogononta. I. Textband, 650pp., II. Tafelband, 234 pp, Gebrüderssontrager, Berlin.
- Özdemir Mis, D. & Ustaoglu, M.R. (2009). Investigation on zooplankton of Gölçük Lake (Ödemiş, İzmir) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 26 (1):19-27.
- Ruttner-Kolisko, A. (1974). Plankton Rotifers, Biology and Taxonomy. Die Binnengewässer, 1971. Vol. XXVII/I, Suppl., 146 pp.
- Saygı Başbuğ, Y. & Yiğit, S. (2005). Rotifera Community Structure of Yeniçağa Lake, Turkey. *Journal of Freshwater Ecology* 20 (1): 197-199.
- Segers, H. (1995). Rotifera. Vol. 2: The Lecanidae (Monogononta). Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. SPB Academic Publishing bv, 226 pp.
- Segers, H. (2007). Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa* 1564: 1-104.
- SKKY (1988). Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (Regulations of Water Pollution Control) (in Turkish). 1991 Sayılı Resmi Gazete (The Official Gazette).
- Sladeczek, V. (1973). System of water quality from biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol.* 7:1-218.
- Sladeczek, V. (1983). Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100:169-201.
- Ustaoglu, M.R. (1986). Zooplankton (Metazoa) of the Karagöl (Yamanlar, İzmir-Turkey). *Biologia Gallo-Hellenica* 12: 273-281.
- Ustaoglu, M.R. (2015). An Updated Zooplankton Biodiversity of Turkish Inland Waters. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 1(3):151-159. Doi: 10.17216/LimnoFish-5000151941
- Ustaoglu, M.R., Altındağ, A., Kaya, M., Akbulut, N., Bozkurt, A., Özdemir Mis, D., Atasagun, S., Erdoğan, S., Bekleyen, A., Saler, S. & Okgorman, H.C. (2012). A Checklist of Turkish Rotifers. *Turkish Journal of Zoology* 36(5): 607-622. doi:10.3906/zoo-1110-1
- Ustaoglu, M.R., Balık, S. & Özdemir Mis, D. (2004). The Rotifer Fauna of Lake Sazlıgöl (Menemen, İzmir). *Turkish Journal of Zoology* 28: 267-272.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Aysel, V., Sarı, H.M., Özdemir Mis, D., Aygen, C., Özbek, M., Taşdemir, A., Yıldız, S., İlhan, A. & Topkara, E.T. (2003). Yayla Gölü'nün (Buldan-Denizli) Limnolojik Yönden İncelenmesi (Investigation on Limnology of Yayla Lake) (in Turkish with English abstract). Ege University Scientific Project Report, 39 p.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Sarı, H.M., Özdemir Mis, D., Aygen, C., Özbek, M., İlhan, A., Taşdemir, A., Yıldız, S., & Topkara, E.T. (2008). A faunal study of the glacier lakes and rivers on Uludağ (Bursa) Mountain) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 24 (4): 259-299.
- Ustaoglu, M.R. (1993). Zooplankton (Metazoa) of Lake Marmara. *Biologia Gallo-hellenica* 20 (1): 259-266.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S. & Özdemir Mis, D. (2004). The Rotifer Fauna of Lake Sazlıgöl (Menemen-İzmir). *Turkish Journal of Zoology* 28: 267-272.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Özdemir Mis, D. & Aygen, C. (2005). The Zooplankton of the Some Mountain Lakes in the Taurus Range (Turkey). *Zoology in the Middle East* 34: 101-108.
- Yalın, B. (2006). Rotifera Fauna of Yamansaz Lake (Antalya) in South-West of Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 23 (3-4): 395-397

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Su ürünleri tüketim yapısı ve tüketim sıklığını etkileyen etkenlerin incelenmesi^a

Determination of factors affecting seafood consumption pattern and consumption frequency

Mustafa Tolga Tolon* • Ahmet Göker Elbek

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

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

Received date: 18.04.2016

Accepted date: 13.07.2016

How to cite this paper:

Tolon, M.T. & Elbek, A.G. (2016). Determination of factors affecting seafood consumption pattern and consumption frequency (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 271-277. doi: [10.12714/egejfas.2016.33.3.12](https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.3.12)

Öz: Bu çalışmada İzmir (kıyıl bölge), Adana (karma bölge) ve Ankara (karasal bölge) illerinde ikamet eden tüketicilerin güncel su ürünleri tüketim deseni, tüketici profili, su ürünleri tüketimi miktarı ve sıklığını olumsuz yönde etkileyen faktörler araştırılarak, ileriye yönelik sektörel girişimlerin yönlendirilmesi, tüketici alışkanlıkları üzerine daha kapsamlı araştırmalar yapılması için araştırmacılara ve ilgili kurum ve kuruluşlara kaynak sunulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda gayeli olarak 3 gruba ayrılan ana kitle, farklı coğrafya bölgelerinden denize uzaklığı ve bölge içi nüfus kriterlerine göre belirlenmiş ve 3 ilin nüfusları dikkate alınarak belirlenen 400 adet anketin % 43' ü Ankara, % 36' sı İzmir, % 21'i Adana ilinde tüketicilerle yüz yüze görüşülerek gerçekleştirilmiştir. Anket sonuçlarına göre katılanların %6'sının hiç su ürünleri tüketmediği, %25'inin ayda bir, %28' inin iki haftada bir, %42'sinin ise haftada bir ve daha fazla su ürünleri tükettiği tespit edilmiştir. En sık su ürünleri tüketimi kıyıl bölge olan İzmir'de tespit edilmiştir. Tüm bölgelerdeki tüketicilerin % 90' ı su ürünlerini öncelikle taze olarak tüketmeyi tercih etmektedirler. Ankete katılan tüm tüketicilerin cevaplarına göre su ürünleri tüketim tercih ve alışkanlıklarını olumsuz yönde etkileyen başlıca 4 etken "yüksek fiyat, pazarda kolaylıkla bulunamaması, su ürünleri çeşitlerinin tanınmaması ve lezzetinin beğenilmemesi" olduğu saptanmıştır. Tüketicilerin öğrenim düzeyi ile su ürünleri tüketim sıklığı değişkenleri arasındaki ilişki doğrusal yönlü ve kuvvetli olup su ürünleri tüketim sıklığı ile tüketici yaşı değişkenleri arasındaki ilişki ters yönlüdür. Su ürünleri tüketim tercihinin olumlu yönde etkileyen etkenler konusunda tüketicilerin %71 'i sağlığa olumlu etkilerini ve lezzetini en önemli tercih nedeni olarak belirtmişlerdir. Tüketicilerin su ürünleri tüketimi eğilimi ile sağlığa olumlu etkileri faktörleri arasındaki ilişki doğrusal ve kuvvetlidir.

Anahtar kelimeler: Su ürünleri, tüketim deseni, tüketici davranışları, su ürünleri pazarlama

Abstract: Current seafood consumption pattern, consumer profile and factors affecting seafood consumption amount and frequency of the consumers residing in coastal region (İzmir), mixed region (Adana) and countryside region (Ankara) of Turkey were researched in this study. It is aimed to provide source to researchers and relevant institutions who are willing to guide the future sectoral initiatives and conduct more extensive research on seafood consumer habits. In this context, the research population was determined according to their distance to the sea and their populations by purposive sampling method. 43 % of total 400 survey was conducted in Ankara, 36% in İzmir and 21% in Adana by face to face interviews. According to the survey results, 6% of respondents never consume seafood, 25% once a month, 28% once every two weeks, and 42% consume once and more than once in a week. The most seafood consumption frequency was identified in İzmir. Nearly 90% of consumers in the entire regions prefer to consume seafood in fresh type. According to the answers of all consumers 4 major factors affecting seafood consumption preferences and habits in a negative way were "high price, cannot be easily found in the market, not recognition of seafood varieties and disfavor of the flavor of seafood". The relationship between frequency of seafood consumption and education level of consumer's variables is determined as linear and strong but the relationship between consumer age and seafood consumption frequency is determined as reverse. On the factors affecting choice of seafood consumption in a positive way, 71% of consumers stated the beneficial to health perception and taste of seafood as the most important reason for their preference. Therefore, the relationship between consumption trend and beneficial to health perception of seafood is determined as linear and strong.

Keywords: Seafood, consumption pattern, consumer behaviour, seafood marketing

GİRİŞ

Su ürünleri potansiyeli yönünden zengin kaynaklara sahip olan Türkiye' de su ürünleri pazarı gerek tüketim şekli, gerekse pazarlama kanalları yönünden dünyanın gelişmiş ülkelerinden

farklılıklar göstermektedir. Bölgeler arasında homojen olmayan, az çeşitli ve ağırlıklı olarak taze-soğutulmuş formdaki su ürünleri tüketim deseni, uyumlu bir su ürünleri üretimi ve

^a Bu makale Mustafa Tolga Tolon'un doktora tezinden özetlenmiştir.

buna bağılı olarak dinamik çağdaş pazarlama sisteminin oluşmaması, iç tüketim yönünden olumsuz etkenlerdendir.

Türkiye’de günlük protein gereksiniminin yaklaşık % 73’ ünü bitkisel kaynaklı gıdalardan karşılayan tüketicilerin (FAO, 2014) bu kaynaklara yönelik gıda alışkanlıklarının ağırlıklı olması, özellikle su ürünleri tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ortalama 646,5 bin tona ulaşan su ürünleri üretimine karşın, su ürünleri tüketimi 2001-2011 yılları arasında kişi başı yıllık ortalama 7,37 kg olup (BSGM, 2014), bölgelere göre en az 0,78 kg (Doğu Anadolu) (Şen vd., 2008) ile en çok 43,8 kg (Doğu Karadeniz) (Aydın ve Karadurmuş, 2013) arasında değişmektedir. Dünya Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre Türkiye’nin 2001-2011 yılları arasında 10 yıllık tüketilebilir protein kaynakları dağılımında, hayvansal gıdalar %27,17’lik bölümü oluşturmaktadır. Hayvansal protein tüketiminin % 8,05’ini su ürünleri temeline dayalı protein kaynakları oluşturmaktadır (FAO, 2014). Diğer bir söylemle kişi başına günlük ortalama 2,25 gr. olan su ürünleri tüketimi, kişi başı günlük 4,88 gr olan dünya ortalamasının oldukça altında yer almaktadır.

Tüketicileri bitkisel ağırlıklı beslenme sistemine yönelten ve yetersiz-dengesiz beslenme sorunlarına yol açan nedenlerin başında ailenin ekonomik düzeyi gelmektedir (Güler, 2010). Gelir düzeyinin, yaşam standartlarının altında olması, beslenmeye ayrılan payı olumsuz etkilemektedir. Gelir düzeyinin yeterli veya fazla olması durumunda ise yeterli ve dengeli beslenme bilincinin olmayışı (sosyo-kültürel yapı, eğitim vb. eksikliği) beraberinde yanlış beslenmeye bağılı sağlık sorunlarını getirmektedir. Gelir düzeyi düşük aileler de ekonomik ve yeterli-dengeli beslenme bilgisinden yoksun olmaları, besin seçimlerinde yaptıkları bazı yanlışlar nedeniyle iyi beslenememektedirler (Baysal, 2003).

Gıda tüketimine etki eden birçok etken bulunmakta, bu etkenler araştırmacıların ilgilerine ve araştırmaların amacına bağılı olarak önem kazanmaktadır. Gıda tüketimi analizinde ekonomistler, pazar kapsamında fiyat ve gelir dengesi, hükümet politikaları (vergi ve desteklemeler) veya uygun pazar stratejilerinin (fiyat sabitlemesi gibi) etkileri üzerine yoğunlaşırken, psikologlar kişinin gıda tercihinin tanımlamaya çalışmakta ve tüketicinin tanıma, bilgi arayışı ve tercih oluşum sistemi üzerine odaklanmaktadır. Sosyologlar, antropologlar ve coğrafya bilimciler ise kültür yapısının tüketim üzerindeki etkilerini öne çıkarmaktadırlar.

Gıda tercihinin oluşumu aşamasında tüm faktörler değişik basamaklarda etkili olmaktadır. İlk etken, gıdanın besinsel değeri, güvenli olması, tadı, kokusu, görüntüsü ve benzeri fizyolojik ve duyuşsal özellikleridir (İnan, 2009; Kızılaslan ve Kızılaslan, 2008). Fizyolojik ve duyuşsal özellikler her kişi tarafından benzer şekilde algılanmasına karşın kişilerin farklı gıdaları tercih etmeleri fiziksel ve psikolojik yapı farklılığından ayrıca alışkanlıklardan kaynaklanabilmektedir. Ülkelerin ekonomik ve kültürel yapısı, pazara sunulan gıda çeşitlerinin sunum şekli, tanıtımı, üretici, toptancı ve perakendecilerin yer aldığı dağıtım kanalı oluşumu gibi etkenler halkın gıda türü

seçiminde belirleyici durumdadır (Babicz-Zielinska, 1999; Gedrich, 2003).

Tüketicilerin su ürünleri istemlerinin analizi ile ortaya çıkan bulgular çeşitlilik göstermekle beraber, yaşam biçiminin su ürünleri tüketimi üzerindeki etkisi öne çıkmaktadır (Myrland vd., 2000). Yaşam biçiminin ve standardının, su ürünleri tüketim davranışını nasıl etkilediğinin ortaya çıkarılması, tüketim kampanyalarının yerinde ve doğru demografik tüketici gruplarına yönlendirilmesi ve bunun yanında tüketici tercihlerini yönlendiren etkenlerin ortaya koyulmasında önemlidir. Su ürünleri tüketimine ilişkin yapılan çalışmalar bölgelerin veya illerin sayısal tüketim değerleri üzerine yoğunlaşmış olup (Aydın ve Karadurmuş, 2013; Çolakoğlu vd., 2006; Elbek vd., 1999; Hatırlı ve Demircan, 2004; Oğuzhan vd., 2009; Şen vd., 2008; Yüksel vd., 2011) su ürünleri tüketim alışkanlıkları ve tüketimi engelleyen etkenler üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça azdır (Erdal ve Esengün, 2008; Şenol ve Saygı, 2001).

Bu araştırmada, güncel su ürünleri tüketim deseni, tüketici profili, su ürünleri tüketimini olumsuz yönde etkileyen faktörler araştırılarak, ileriye yönelik sektörel girişimlerin yönlendirilmesi, tüketici alışkanlıkları üzerine daha kapsamlı araştırmalar yapılması için araştırmacılara ve ilgili kurum ve kuruluşlara kapsamlı bir kaynak sunulması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın literatürde yer alan su ürünleri tüketimine yönelik diğer çalışmalardan farkı denize uzaklık kriterleri göz önünde bulundurularak farklı bölgelerin su ürünleri tüketimini karşılaştırmasıdır. Bununla birlikte, tüketim alışkanlıkları yönlendiren etkenlerin incelenen bölgelere göre ortaya koyulması ve ilişki durumunun irdelenmesi çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

MATERYAL VE METOT

Örneğe alınan tüketici birim olarak ailelerle yürütülen araştırmada, bu alanda kullanılan en başat yöntem olarak anket çalışması benimsenmiştir. Araştırmanın anket çalışması öncesinde, hazırlanan anket formunun test edilmesi ve örneklem hacminin belirlenmesi amacıyla rastlantısal olarak seçilen 50 örnekleme pilot anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmada %4 hata (± sapma) kabul edilmiştir. Örneklem hacmi:

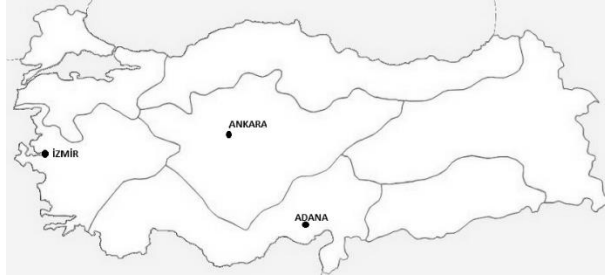
$$n = \frac{t^2 PQ}{d^2}$$

t=Belirli serbestlik derecesine ve saptanan yanılma düzeyinde t tablosunda bulunan teorik değer, d= Olayın görülüş sıklığına göre onaylanabilir hata (± sapma), P= İncelenen olayın görülüş olasılığı (su ürünleri tüketimi) ve Q= İncelenen olayın görülmemesi olasılığı (su ürünleri tüketmeme)

formülüne göre hesaplanmış ve örneklem hacmi 400 katılımcı olarak belirlenmiştir (Elbek vd., 2002).

Gayeli olarak 3 gruba ayrılan ana kitle, farklı coğrafya bölgelerinden denize uzaklığı ve bölge içi nüfus kriterleri

dikkate alınarak belirlenmiştir. Buna göre; kıyısız bölgeden Ege - İzmir, karasal bölge özellikleri gösteren ancak denize yakın ve ilişki içindeki karma bölge olarak Akdeniz – Adana, denizden uzak karasal bölge olarak da İç Anadolu – Ankara illeri seçilmiş (Şekil 1) ve 3 ilin nüfusları dikkate alınarak saptanan anket sayısı dağılımına göre toplam anket sayısının % 43' ü Ankara, % 36' sı İzmir, % 21'i ise Adana ilinde gerçekleştirilmiştir. Örneklemeye alınan her ilde çalışmanın yürütüleceği bireylerin belirlenmesinde mahalle muhtarlık kayıtları temel alınmıştır. Oluşturulan listeye göre, muhtarlıklar sistematik örnekleme yöntemiyle seçilmiştir (Şenol ve Saygı, 2001). Belirlenen muhtarlıklarda örneklem birimleri rastlantısal örnekleme yöntemine göre seçilmiştir (Elbek vd., 2002). Örneğe çıkan hanede örnekleme birimi ise belirli bir aylık gelire sahip kişiler arasından rastlantısal olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Anket bölgeleri
Figure 1. Survey locations

Hazırlanan anket formunda, araştırma amacına uygun ve ankete katılan bireylerin kolayca yanıtlayabileceği, tüketim alışkanlıkları, su ürünleri tüketimine yöneliş, tüketicilerin demografik yapısı ve tüketimi engelleyen etkenlerin belirlenmesi amacıyla tüketici ve tüketim profilini ortaya çıkarmaya yönelik sorular belirlenmiştir. Tüketicilere yönelik bilgilerinin en doğru olarak alınabilmesi amacıyla anket formunda tüketicinin adı ve iletişim adresleri gibi bireysel kimliği öne çıkaran bilgilere yer verilmemiştir. Anket sonucu elde edilen ham veriler, coğrafik dağılımına, yaş gruplarına, öğrenim durumlarına, meslek gruplarına, su ürünleri tüketim sıklığı dağılımına göre gruplama ve sınıflama işlemi uygulanmıştır. Sayısal olmayan veriler bilgisayar ortamında kodlanmış, tüm veriler için aritmetik ortalama, yüzde oransal dağılım yöntemleri kullanılmıştır. Faktörlerin tüketim alışkanlıklarına etkilerinin ve önem düzeylerinin belirlenmesi için korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Gözlenen ve beklenen frekanslar arasındaki farkın anlamlılığını test etmek için ki-kare testi uygulanmıştır. Anket verilerinin işlenmesi ve analizi için bilgisayar ortamında SPSS yazılımı kullanılmıştır.

BULGULAR

Su ürünleri tüketim yapısı ve tüketim sıklığını etkileyen etkenlerin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen ankete katılan tüketicilerin % 55'i erkek, %45'i kadın olup, yaş gruplamaları değerlendirildiğinde, 20-29 ve 30-39 yaş grubunun ağırlıklı olduğu görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Ankete katılanların yaş gruplarına göre dağılımları
Table 1. Distribution of consumers according to age groups

Yaş grupları	n	%
< 20	18	4,5
20-29	137	34,3
30-39	125	31,3
40-49	71	17,8
50-59	34	8,5
≥ 60	15	3,8
Toplam	400	100,0

Öğrenim durumları dağılımına göre katılanların % 56' sı yükseköğrenim aşamasında veya bir yükseköğrenim kurumundan mezun, % 33' ü lise mezunu, % 10' luk bölümü ise ilköğretim mezunu olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Tüketicilerin öğrenim durumuna göre dağılımı
Table 2. Distribution of consumers according to education level

Öğrenim Düzeyi	n	%
İlköğretim	40	10,1
Lise	137	34,3
Yüksek öğrenim	223	55,8
Toplam	400	100,0

Meslek gruplarına göre dağılımda ise, ankete katılanların % 33'ü işçi ve memurların oluşturduğu işgören sınıfı, % 31' i serbest meslek grubu, % 11' i çiftçi, esnaf veya küçük sanatkarlar, %25' i ise ev hanımı, çalışmayan, emekli ve öğrencilerin oluşturduğu gruptadır (Tablo 3).

Tablo 3. Tüketicilerin meslek gruplarına göre dağılımı
Table 3. Distribution of consumers according to professions

Meslek Grupları	n	%
İşgören (İşçi / Memur)	132	33
Çiftçi / Esnaf / Küçük sanatkar	43	11
Serbest Meslek (Tacı)	122	31
Diğer *	103	25
Toplam	400	100,0

* Ev hanımı, çalışmayan, emekli, öğrenci

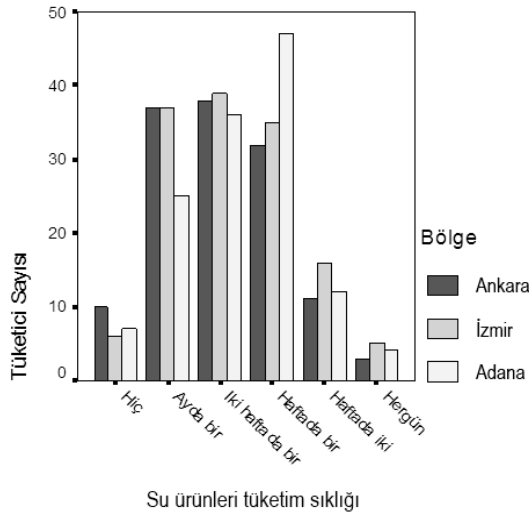
Aylık gıda tüketiminde et türlerine göre tercihler incelendiğinde, tüketicilerin %12' sinin hiç kırmızı et tüketmediği, %30' unun ise haftada 1 kez kırmızı et tükettiği görülmektedir. Tüketicileri %41 'lik bölümü haftada 1 den fazla kırmızı et tüketmektedir. Beyaz et tüketimi kapsamında tavuk ve hindi eti tüketimi değerlendirildiğinde, ankete katılan tüketicilerin %8 'inin hiç tüketmediği, %86 'sının ise haftada bir ve daha fazla tavuk ve hindi eti tükettiği saptanmıştır.

Su ürünleri tüketiminde ise ankete katılanların %6'sı su ürünleri tüketmemekte, %25'i ayda bir, %28' i iki haftada bir, %42'si ise haftada bir ve daha fazla su ürünleri tükettiği saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Su ürünleri tüketim sıklığı**Table 4.** Consumption frequency of seafood products

Su ürünleri tüketim sıklığı	n	%
Hiç	23	5,8
Ayda bir	99	24,8
İki haftada bir	113	28,3
Haftada bir	114	28,5
Haftada ikiden çok	39	9,8
Hergün	12	3,0
Toplam	400	100,0

Su ürünleri tüketmeyen grup oransal olarak en çok Ankara ilinde tespit edilmiş olup Adana ilindeki katılımcılar ikinci sırada gelmektedir. Ayda bir tüketimde ise Ankara ve İzmir için yakın değerler saptanmış, Adana ilinde ise düşük bulunmuştur. Tüketim sıklıkları arasında, iki haftada bir tüketim İzmir ilinde en üst düzeydedir, diğer iki bölge arasındaki farklılık düşük düzeyde bulunmuştur ($p>0.05$). Adana ilinde haftada bir tüketim diğer illere göre en üst düzeydedir ($p<0.05$). Haftada iki ve daha fazla öğünde su ürünleri tüketimi ile her gün su ürünleri tüketimi diğer bölgelere oranla İzmir ilinde istatistiki anlamda önemli farklılık göstermektedir ($p<0.05$) (Şekil 2).

**Şekil 2.** İncelenen bölgelere göre su ürünleri tüketim sıklığı**Figure 2.** Consumption frequency of seafood according to study area

Tüm bölgelerdeki tüketicilerin % 90' ı su ürünlerini öncelikle taze olarak tüketmeyi tercih etmektedirler. Taze tüketimin yanında tüketicilerin % 40 ' ı konserve ve işlenmiş su ürünleri tüketimi de gerçekleştirmektedirler.

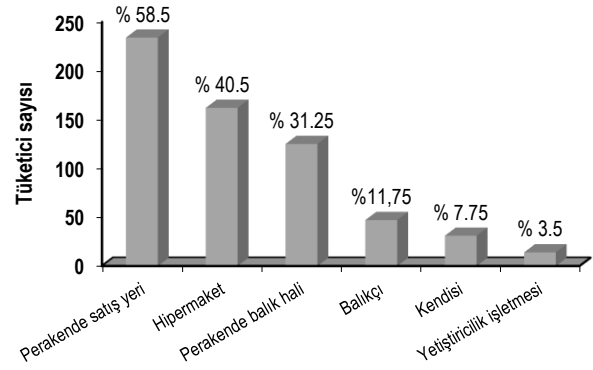
Yaş gruplarına göre su ürünleri tüketim şekli incelendiğinde, tüm yaş gruplarında taze tüketimin öncelikli olduğu görülmektedir. 20 yaş ve altı tüketiciler taze tüketimin yanında diğer yaş gruplarına göre daha yüksek oranda konserve su ürünleri tüketimini tercih etmektedirler. Konserve şeklinde su ürünleri tüketiminde 50-59 yaş aralığındaki tüketiciler ikinci sırayı almaktadır. Dumanlanmış, tuzlanmış ve diğer işlenmiş su ürünleri 60 ve üzeri yaştaki tüketiciler

tarafından tercih edilmekte, diğer tüketici gruplarında ise düşük tercih oranları görülmektedir (Tablo 5)

Tablo 5. Yaş gruplarına göre su ürünleri tüketim şekli tercihi**Table 5.** Consumption type of seafood according to age groups

Yaş grubu	n	Taze (%)	İşlenmiş (%)	Konserve (%)
< 20	18	55	14	31
20-29	137	71	13	16
30-39	125	75	8	17
40-49	71	75	10	15
50-59	34	69	9	22
≥ 60	15	75	19	6

Tüketicilerin birçok farklı pazar yerinden su ürünlerini satın almaktadırlar. Bu yerlerin başında perakende su ürünleri satış yerleri (balık satış dükkânları, seyyar satıcılar, semt pazarları) gelmektedir. Hipermarketler ve süpermarketler tüketicilerin % 40,5'i tarafından tercih edilirken, perakende satış yapan balık hallerinin tercih oranı %31,25 olarak görülmektedir. Doğrudan balıkçıdan, yetiştiricilik tesislerinden ve kendisi avlayarak su ürünleri temin tüketicilerin az bir bölümü tarafından tercih edilmektedir (Şekil 3).

**Şekil 3.** Tüketicilerin tercih ettiği su ürünleri pazarları**Figure 3.** Consumer preferences on seafood markets

Ankete katılan tüm tüketicilerin cevaplarına göre su ürünleri tüketim tercih ve alışkanlıklarını olumsuz yönde etkileyen başlıca 4 etken "yüksek fiyat, pazarda kolaylıkla bulunamaması, su ürünleri çeşitlerinin tanınmaması ve lezzetinin beğenilmemesi" olduğu saptanmıştır. Tüketicilerin %51,5'i su ürünlerinin yüksek fiyatlı olmasının tüketim miktarlarını etkilediğini belirtmektedirler. Su ürünlerinin tanınmaması tüketicilerin %47,5'ini etkilemekte, pazarda kolaylıkla bulunamaması ise tüketicilerin %40,5 'i tarafından tüketimi olumsuz etkileyen etken olarak belirtilmektedir. Su ürünlerinin lezzetinin beğenilmemesi tüm katılımcılar içinde su ürünleri tüketimini olumsuz etkileyen en zayıf etken olarak saptanmıştır.

Hiç su ürünleri tüketmeyen grup incelendiğinde ise, su ürünleri çeşitlerinin tanınmaması tüketimi engelleyen en önemli

etken olarak ortaya çıkmaktadır. Bunu, su ürünleri fiyatlarının tüketicinin alım gücünü aşması ve lezzetinin beğenilmemesi etkenleri eşit ağırlıkta takip etmektedir. Su ürünlerinin pazarda kolaylıkla bulunamaması ise bu grupta tüketimi engelleyen en alt düzey etken olarak görülmektedir.

Su ürünleri tüketim sıklığını etkileyen etkenlerin başında ise su ürünlerinin pazardaki çeşitliliği gelmektedir. Satışa sunulan su ürünlerinin tazelik durumu tüketim sıklığını etkileyen en önemli ikinci etken olarak görülmektedir. Tüketicinin yaşadığı bölge ise tüketim sıklığı davranışını belirleyen bir diğer önemli etkidir.

Tüketim eğilimini yönlendiren etkenlerin ilişki düzeyi

Tüketicilerin öğrenim düzeyi ile su ürünleri tüketim sıklığı değişkenleri arasındaki ilişki doğrusal yönlü ve kuvvetli olup ($r=0.78$), su ürünleri tüketim sıklığı ile tüketici yaşı değişkenleri arasındaki ilişki ters yönlüdür ($r= -0.47$). Su ürünleri tüketim tercihini olumlu yönde etkileyen etkenler konusunda tüketicilerin %71 'i sağlığa olumlu etkilerini ve lezzetini en önemli tercih nedeni olarak belirtmişlerdir. Ankete katılan tüketicilerin su ürünleri tüketimi eğilimi ile sağlığa faydalı algısı arasındaki ilişki doğrusal ve kuvvetlidir ($r=0.73$). Tüketicilerin öğrenim düzeyi ile su ürünleri tercihinde sağlığa olumlu etkilerine verdikleri önem değişkenleri arasındaki ilişki ise doğrusal yönlü ve kuvvetli bulunmuştur ($r= 0.73$) (Tablo 6).

Tablo 6. Su ürünleri tüketim sıklığını etkileyen başlıca etkenlerin ilişki yönü ve önem düzeyi

Table 6. Relations and importance of the main factors affecting the frequency of seafood consumption

Değişkenler	r
Su ürünlerinin pazardaki çeşitliliği	0,85
Satışa sunulan su ürünlerinin tazelik durumu	0,84
Tüketicinin yaşadığı bölge	0,80
Tüketicinin öğrenim düzeyi	0,78
Su ürünleri çeşitlerinin tanınması	0,76
Su ürünlerinin sağlığa olumlu etkileri	0,73
Tüketicinin aylık geliri	0,54
Su ürünlerinin satış fiyatı	- 0,77
Tüketicinin yaşı	-0,47

TARTIŞMA VE SONUÇ

Su ürünleri tüketimini sınırlandıran etkenlerin büyük bir çoğunluğunun pazarlamaya ilişkin olduğu görülmektedir. Özellikle pazardaki ürün çeşitliliğinin azlığı, satışa sunulan ürünlerin tazelik durumu ve su ürünlerinin satış fiyatları bu etkenlerden en önemlileridir. Pazarlama stratejisi geliştirmeden önce su ürünleri pazarına ilişkin sürekli, kapsamlı ve en önemlisi doğru bilgiler içeren pazar araştırmalarına gereksinim duyulmaktadır. Tüketici yapısı ve gereksinimleri ile pazarlanan ürünün yapısı arasındaki ilişkileri saptamak, ürünün tüketicilerin

beğenisini kazanması ve satışı için koşuldur (Elbek, 1995). Su ürünlerinin satış fiyatları, tüketimde belirleyici bir diğer önemli etkidir. Su ürünleri pazarlama kanalının düzensiz ve kontrolsüz yapısı nedeniyle oluşan pazarlama maliyetlerinin yüksek olması tüketiciye ulaşan su ürünlerinin fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır. Özellikle taze olarak satışa sunulan su ürünlerinin hızlı ve soğutmalı araçlarda taşınması gerekliliği ve bu tür hizmetlerin yüksek maliyeti de tüketici fiyatlarına yansıyan unsurlardır. Bunun yanında avcılık yoluyla sağlanan su ürünleri miktarında mevsimsel değişkenliğin pazarda yansımaları, su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinin sınırlı ürün dağıtım yapısı, ağırlıklı olarak dışalım yoluyla sağlanan hammadde ve doğal risklere bağlı olarak işlenmiş ürünü fiyatlarının yüksek olması, su ürünleri pazarındaki çeşitliliğin azlığı, istem dengesizliği ve bu istemin gelir ve fiyat esnekliği ile sınırlı olması pazardaki fiyatları arttıran başlıca etkenlerdir.

Su ürünleri çeşitlerinin tüketici tarafından tanınması, su ürünlerinin sağlığa olumlu etkilerinin bilinmesi ve tüketicinin öğrenim düzeyi etkenleri de tüketiciye yönelik eğitim çalışmaları planlamasında önem kazanmaktadır. Eğitim düzeyi yüksek tüketicilerin su ürünleri tercihinde sağlıklı besin algısı öne çıkan en önemli unsurdur. Araştırma bulgularına göre ayda bir ve en fazla iki öğünde su ürünleri tüketen grup %53' lük bir paya sahipken, hiç tüketmeyenler % 6' lık bir bölümü oluşturmaktadır. Haftada bir öğün su ürünleri tüketenler ise %29' luk grubu oluşturmaktadırlar. Az tüketen grupta, tüketimi sınırlandıran etkenler incelendiğinde su ürünlerinin fiyatlarının yüksekliği, su ürünleri çeşitlerinin tanınmaması ve pazarda kolaylıkla bulunamaması gibi etkenler ağırlıklı olarak öne çıkmaktadır. Bu grupta su ürünlerinin lezzetinin beğenilmemesi, oldukça az sayıda tüketici tarafından tüketimi sınırlandıran neden olarak belirtilmektedir.

İncelenen bölgelerdeki tüketicilerin %90'ı taze-soğutulmuş su ürünleri tüketimi eğilimindedirler bu eğilim su ürünleri tüketimi üzerine yapılan diğer araştırmalarla benzerlik göstermektedir (Aydın ve Karadurmuş, 2012, 2013; Çolakoğlu vd., 2006; Orhan ve Yüksel, 2010; Şen vd., 2008). Ancak özellikle denizden uzak bölgelerde taze su ürünlerinin pazarlama zincirinin yetersizliği pazardaki ürün çeşitliliğini azaltmaktadır. Tunceli (Yüksel vd., 2011) ve Elazığ (Şen vd., 2008) il merkezlerinde yapılan su ürünleri tüketim araştırmalarında ailelerin istedikleri su ürünleri çeşitliliğine ulaşamadıklarını ve bu durumun su ürünleri satın alma eğilimlerini etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da özellikle denizden uzak bölgelerde pazardaki su ürünleri çeşitliliğinin tüketim sıklıklarını belirleyen en önemli etken olduğu saptanmıştır. Su ürünlerinin pazarda hem devamlılığını hem de çeşitliliğini sağlama da önemli bir unsur olan yetiştiricilik sektörü ise dağıtım kanalında henüz etkin olarak yer alamamaktadır. Bunun sonucunda yetiştiricilik ürünleri incelenen pazarlarda henüz tüketim sıklığını ve alışkanlıklarını etkileyecek düzeyde bilinirlik kazanamamıştır.

Aydın ve Karadurmuş (2012) tüketicilerin su ürünü temini için daha çok balık satış yerlerini tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer olarak bu çalışmada da tüketicilerin su ürünlerini satın

aldıkları pazar tercihlerinde, yoğunluklu olarak, su ürünleri satışına yönelik çalışan özelleşmiş perakende balık satıcılarına yöneldikleri gözlenmektedir. Bu tür satış yerlerinin çok çeşitli ve günlük su ürünleri pazarlamaları, satılan ürünlerin tazeliği ve hijyeni konusunda güvenilir olmaları, satıcıların tüketiciye bireysel ilgi göstermeleri, satın alınan su ürünlerinin temizlenmesi ve ayıklanması konusunda çoğunlukla ücretsiz hizmet vermeleri, tercih edilmelerindeki önemli etkenlerdendir. Özellikle 40 ve üzeri yaşlardaki tüketicilerin tercih ettiği su ürünleri perakende satış yerlerinin, sayıca artması ve bu yerlerde su ürünleri konusunda uzman elemanlar çalıştırılması, pazarlamada standartlaşmayı ve rekabeti beraberinde getirebilecek ve hijyen koşullarını sağlayamaması nedeniyle tüketimi sınırlandıran sokak satıcıları, tekenden yada semt pazarlarında satış yapan benzeri satıcıların pazardan çekilmesini veya modernizasyonunu zorunlu hale getirebilecektir. Tüketicinin yoğun olarak tercih ettiği balık satıcılarında ürün çeşitlemesine gidilmesi ve bu tür satış yerlerinin, tüketicilerin su ürünleri konusunda kolaylıkla bilgi alabileceği merkezler haline getirilmesi tüketim alışkanlıklarını arttıracak uygulamalardır. Ancak bu tür satış yerlerinin güvenilirliğinin artırılması için ilgili kurumlarca sık ve titizlikle denetlenmesi gerekmektedir. Taze su ürünleri pazarında son yıllarda yaygın olarak hizmet veren süpermarketler ve hipermarketlerin etkinliği de hızla artmaktadır (Adıgüzel vd., 2009; Çolakoğlu vd., 2006; Erdal ve Esengün, 2008). Özellikle hijyen şartlarına uygun, her zaman taze, bol çeşitli ürünleri ve fiyat seçenekleri ile değişik gelir gruplarındaki tüketicilere hizmet veren bu tip satış noktaları temizleme ayıklama gibi hizmetleri ile de tüketicilerin tercihlerinde etkili olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adıgüzel, F., Civelek, O., Sayılı, M. & Büyükbay, E. O. (2009). Fish Consumption of Households in Almus County of Tokat Province (in Turkish with English abstract) *Gaziosmanpaşa University Journal of Agriculture Faculty*, 2009(2).
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2012). Consumer Behaviours for Seafood in Ordu Province. *Yunus Research Bulletin*, 2012(3).
- Aydın, M. & Karadurmuş, U. (2013). Consumer Behaviors for Seafood in Giresun and Trabzon Province (in Turkish with English abstract). *The Black Sea Journal of Sciences*, 3(9): 57-71.
- Babicz-Zielinska, E. (1999). Food preferences among the Polish young adults. *Food quality and Preference*, 10(2): 139-145. doi: 10.1016/S0950-3293(99)00005-1
- Baysal, A. (2003). Sosyal eşitsizliklerin beslenmeye etkisi (in Turkish). *CÜ Journal of Faculty of Medicine*, 25(4): 66-72.
- BSGM. (2014). Fisheries statistics (pp. 13). Ankara: General Directorate of Fisheries and Aquaculture
- Çolakoğlu, F. A., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yiğın, Ç. & Ormanci, H. B. (2006). The evaluation of fish consumption in Çanakkale (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23(3): 387-392.
- Elbek, A. G., 1995. Market research in seafood (in Turkish) (Vol. 48). İzmir: Ege University Faculty of Fisheries Publications.
- Elbek, A. G., Oktay, E. & Saygi, H. (2002). Statistics (in Turkish) (Vol.19). İzmir: Ege University Faculty of Fisheries Publications.
- Elbek, A. G., Saygi, H. & Emiroğlu, D., 1999. Seafood consumption in İzmir province (in Turkish). İzmir: Ege University Faculty of Fisheries Publications.
- Erdal, G. & Esengün, K. (2008). The analysis of the factors affecting fish consumption in Tokat province by logit model (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(3): 203-209.
- FAO. (2014). Fishery Commodities Global Production and Trade (online query). Retrieved from: <http://www.fao.org/fishery/topic/16140/en>, (24.11.2014)
- Gedrich, K. (2003). Determinants of nutritional behaviour: a multitude of levers for successful intervention? *Appetite*, 41(3): 231-238. doi: 10.1016/j.appet.2003.08.005
- Güler, S. (2010). Turkish Kitchen Culture and Eating and Drinking Habits (in Turkish with English abstract). *Dumlupınar University, Journal of Social Sciences*, 26: 24-30.
- Hatırlı, S. A. & Demircan, V. (2004). An analysis of households' fish consumption in Isparta province (in Turkish with English abstract). *Süleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 9(1):245-256.
- İnan, E. Y. Y. O. İ. (2009). Determination of Consumer Behaviour Dynamics Relating to Food Products: "Trakya Region Example" (in Turkish with English abstract). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 6(1): 01-10.
- Kızılaslan, N. & Kızılaslan, H. (2008). Knowledge Level and Attitudes of the Consumers Related to the Food Products They Buy (Tokat City Example) (in Turkish with English abstract). *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 22(2): 67-74.

- Myrland, Ø., Trondsen, T., Johnston, R. S. & Lund, E. (2000). Determinants of seafood consumption in Norway: lifestyle, revealed preferences, and barriers to consumption. *Food quality and Preference*, 11(3): 169-188. doi: [10.1016/S0950-3293\(99\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(99)00034-8)
- Oğuzhan, P., Angış, S. & Atamanalp, M. (2009). A research on the habits fish products consumption of consumers determination in Erzurum (*in Turkish with English abstract*). XV. National Fisheries Symposium, 01-04 July 2009, Rize: 01-04.
- Orhan, H. & Yüksel, O. (2010). Fishery product consumption survey in Burdur Province (*in Turkish with English abstract*). *Süleyman Demirel University Journal of Agriculture Faculty*, 5(1): 1-7.
- Şen, B., Canpolat, Ö., Sevim, A. F. & Sönmez, F. (2008). The Evaluation of Fish Consumption in Elazığ (*in Turkish with English abstract*). *Science and Eng. J of Fırat Univ*, 20(3): 433-437.
- Şenol, Ş. & Saygı, H. (2001). Econometric model for seafood consumption (*in Turkish with English abstract*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(3): 383-390.
- Yüksel, F., Kuzgun, N. K. & Özer, E. İ. (2011). Determination of the Fish Consumption Habits of Tunceli Province (*in Turkish with English abstract*). *The Black Sea Journal of Science*, 2(5):28-36.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Denizli'deki Dağ Göllerinin Chironomidae ve Chaoboridae (Diptera-Insecta) faunası üzerine gözlemler

Observations on the Chironomidae and Chaoboridae (Diptera) fauna of the Mountain Lakes in Denizli (Turkey)

Ayşe Taşdemir* • M. Ruşen Ustaoglu

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

* Corresponding author: ayse.tasdemir@ege.edu.tr

Received date: 02.05.2016

Accepted date: 15.07.2016

How to cite this paper:

Taşdemir, A. & Ustaoglu, M.R. (2016). Observations on the Chironomidae and Chaoboridae (Diptera) fauna of the Mountain Lakes in Denizli (Turkey) (in Turkish with English abstract). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(3): 279-284. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.13

Öz: Denizli ilinde yer alan Kartal Gölü, Saklıgöl, Karagöl ve Gökçeova Göleti'nin Chironomidae ve Chaoboridae faunasının tespiti amacıyla 2009-2011 yılları yaz mevsimlerinde örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Bentik örnekler her gölün litoral ve profundal bölgelerinden 180 µ göz açıklığındaki el kepçeleri ve Ekman-Birge grab ile toplanmıştır. Taksonomik çalışma sonucunda, Chironomidae familyasının 5 altfamilyasına (Tanypodinae, Prodiamesinae, Diamesinae, Orthocladiinae, Chironominae) ait 26, Chaoboridae familyasına ait 1 olmak üzere toplam 27 takson saptanmıştır. Chironominae 16 taksonla baskın olup bu alt familyayı 5 taksonla Tanypodinae izlemektedir. Tespit edilen taksonlar çalışılan lokaliteler için yeni kayıttır. Bu çalışmanın amacı, ülkemizin dağ gölleri ile ilgili çalışmalarına hem bir yenisini daha eklemek hem de kendine özgü bir ortam teşkil eden bu habitatların karakteristik olan ortak türlerini çıkarmaya çalışmaktır.

Anahtar kelimeler: Chironomidae, Chaoboridae, bentos, dağ gölleri

Abstract: In order to determine the Chironomidae and Chaoboridae fauna of Kartal Lake, Karagöl and Gökçeova Pond, samplings were performed in the summer months of 2009-2011. Benthic samples were collected from the littoral and profundal zones of the water bodies by using 180 µ mesh sized hand nets and Ekman Birge grab, respectively. As a result of the taxonomic study, totally 27 species were determined; of them 26 belong to five subfamilies (Tanypodinae, Prodiamesinae, Diamesinae, Orthocladiinae, Chironominae) of Chironomidae and one to Chaoboridae. The Chironominae subfamily was the dominant group with 16 taxa and was followed by Tanypodinae with 5 taxa. All the determined taxa were firstly recorded from the studied localities. This study aims to add a new one to our country's mountain lakes studies and to determine common specimens which are unique for this environment characteristics.

Keywords: Chironomidae, Chaoboridae, benthos, mountain lakes

GİRİŞ

Yüksek dağ gölleri ve alpin göller bulundukları havzalarda insan faaliyetlerinin çok az olması sebebiyle en az rahatsız edilen tatlısu ekosistemleridir (Galas, 2004). Bu tatlı su habitatları, nispeten düşük sayıda, endemik ya da ekstrem çevre koşullarına adapte olmuş türler tarafından temsil edilmektedir. Dağ gölleri, biyolojik çeşitliliğin hazineleridir ve çevresel değişiklikleri test etme durumunda emsalsiz bir model sunar (Manca vd., 1998).

Bentik omurgasızlar, sucul ortamlarda bulunuşları, bollukları, iyi bir gelişim göstermeleri, belli koşullarda ortamdaki kaybolmalarıyla, yetişme ortamı hakkında bir yargıya varma olanağı sağlayan biyoindikatör canlılardır. Bu canlılar arasında yer alan chironomid larvaları da bulundukları sucul ortamın su kalitesini, kirliliğini ve ötrofikasyon durumunu ifade edebilirler

(Kırgız, 1988; Şahin, 1991).

Dağ göllerinin Chironomidae ve Chaoboridae familyaları ile ilgili bilgilerimiz hala çok yetersizdir, bunun muhtemel sebebi yüksek rakımlı göllere ulaşım problemleri ve bentik organizmaları örneklemede karşılaşılan problemlerdir.

Türkiye'de dağ gölleri ve alpin göllerin Chironomidae ve Chaoboridae familyalarının tespitine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Geldiay ve Tareen, 1972; Gültutan ve Kazancı, 2009; Taşdemir vd., 2004 a,b; 2008; 2010; 2011; Toksöz ve Ustaoglu, 2005; Topkara vd., 2009; Ustaoglu vd., 2008; Ustaoglu vd., 2010; Yıldız vd., 2005; Yıldız vd., 2015).

Ayrıca, proje kapsamında bu incelenen dört gölün Oligochaeta (Yıldız ve Ustaoglu, 2016), Kartal Gölü'nün

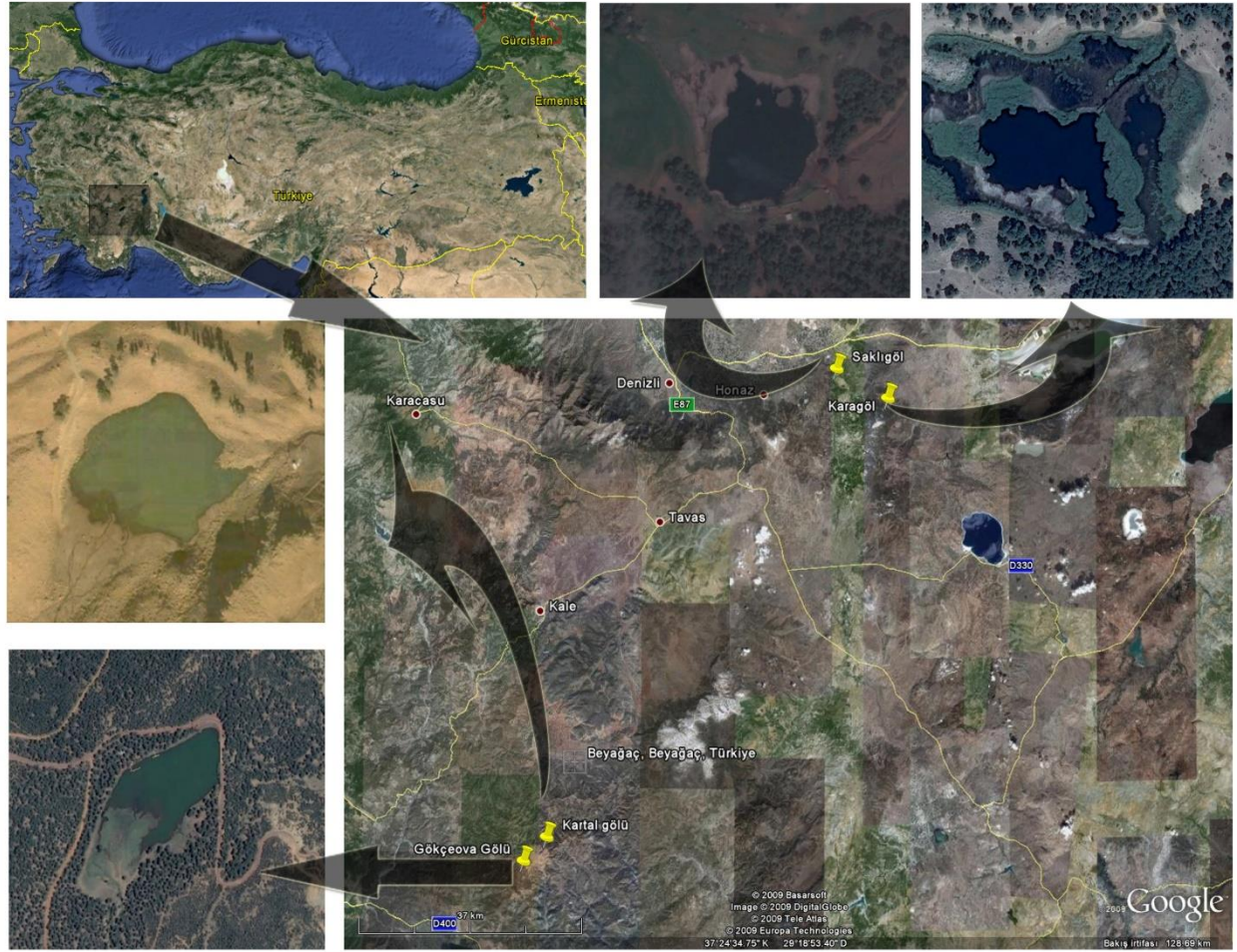
Coleoptera ve Hemiptera (Topkara ve Ustaoglu, 2015) faunası da tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Ege bölgesinin Denizli ili sınırları içerisinde yer alan biri alpin diğer üçü dağ gölü olan toplam dört gölün Chironomidae ve Chaoboridae familyalarına ait larvaların araştırılarak ortaya çıkarılması ve dolayısıyla biyolojik çeşitliliğe katkı sağlaması olarak özetlenebilir.

MATERYAL VE METOT

Denizli ilinde Sandıras Dağı zirvesinde yer alan Kartal Gölü ve zirveye yakın Gökçeova Göleti, Honaz ilçesi yakınlarındaki

Saklıgöl ve Bozkurt ilçesi yakınlarındaki Karagöl'ün Chironomidae ve Chaoboridae faunasının ve fizikokimyasal özelliklerinin saptanması amacıyla 2009 - 2011 yılları yaz mevsimlerinde (Haziran, Ağustos, Temmuz 2010 ve Temmuz 2011) toplam 4 arazi çalışması yapılmıştır. Örneklemeler her gölün kıyı ve orta kısmı olmak üzere 2 lokaliteden yapılmıştır. Örneklemeye yapılan göller ve genel özellikleri Şekil 1 ve Tablo 1' de verilmiştir. Su örneklemeleri her gölden (istasyondan) Schindler su alma kabıyla yapılmıştır. Suyun fiziko-kimyasal özelliklerinden sıcaklık, ışık geçirgenliği, pH, çözünmüş oksijen, oksijen saturasyonu, tuzluluk ve elektriksel iletkenlik tayinleri yerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışılan bölgenin genel görünüşü ve araştırma yapılan göller
Figure 1. General views of the study area and lakes surveyed

Chironomidae ve Chaoboridae örnekleri 180 µm göz açıklığındaki el kepçeleri ile kıyından, Ekman-Birge Grab (15x15) ile gölün orta kısmından 3 tekrarlı olarak alınmıştır. Alınan çamur örnekleri 500 µm göz açıklığındaki elekten geçirilmiştir. Arazide % 4' lük formaldehit solüsyonunda fikse edilen bentik örnekler laboratuvarında bol su ile yıkanıp ayıklandıktan sonra %70'lik etil alkolde saklanmıştır. Ayıklanan

örneklerin preparasyonu yapıldıktan sonra stereomikroskop ve binoküler mikroskop kullanılarak tür tayinleri gerçekleştirilmiştir.

Tür tayinlerinde, Chironomidae için Hirvenoja (1973); Cranston (1982); Şahin (1991); Klink ve Moller-Pillot (2003), Chaoboridae için Balvay (1977)'in yayınlarından yararlanılmıştır.

Tablo 1. Araştırma yapılan istasyonlar ve genel özellikleri
Table 1. Studied localities and their general characteristics

İst.	Lokalite	Koordinat	Rakım (m)	Derinlik(cm)	Makrofit
1	Kartal Gölü	37°05' K - 28°51' D	1885	120	-
2	Gökçeova Göleti	37°03' K - 28°48' D	1755	480	-
3	Karagöl	37°44' K - 22°29' D	1248	170	+
4	Saklıgöl	37°46' K - 29°23' D	953	800	+

BULGULAR

Çalışmanın yapıldığı göllerin fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Sıcaklık değerleri Kartal Gölünde 17.9-23.7 °C, Gökçeova Göletinde 19.0-25.1 °C, Karagölde 24.0-

25.9 °C, Saklıgölde ise 22.5-27.5 °C arasındadır. pH değerleri sırasıyla 8.25-9.06, 6.63-8.51, 7.89-8.05, 8.25-8.42; çözülmüş oksijen 6.0-8.6 mg/l, 4.9-7.2 mg/l, 3.3-5.6 mg/l, 4.3-5.7 mg/l; iletkenlik 84-109 μ S25°C, 211-249 μ S25°C, 723- 792 μ S25°C, 960- 1039 μ S25°C arasında değişim göstermiştir.

Tablo 2. Çalışılan istasyonların (göllerin) fiziko-kimyasal değerleri
Table 2. Physicochemical parameters measured at stations

Göller	Parametreler	2009		2010	2011
		Haziran	Ağustos	Temmuz	Temmuz
Kartal Gölü	Derinlik (cm)	120	100	110	350
	Berraklık (cm)	120	100	110	90
	Sıcaklık (°C)	18	21.5	23.7	17.9
	pH	8.45	9.06	8.58	8.25
	Çözülmüş Oksijen (mg/l)	8.5	8.6	8.6	6.0
	Ç.Oksijen Doygunluğu (%)	114	124	124	96
	Tuzluluk (‰ S)	0.0	0.1	0.1	0.1
	İletkenlik (μ S25°C)	84	108.5	102	100
Gökçeova Göleti	Derinlik (cm)	480	380	300	450
	Berraklık (cm)	170	90	90	110
	Sıcaklık °C	19	20.5	23.3	25.1
	pH	7.99	8.49	6.63	8.51
	Çözülmüş Oksijen (mg/l)	7.2	6.7	5.7	4.9
	Ç.Oksijen Doygunluğu (%)	95	93	86	90
	Tuzluluk (‰ S)	0.1	0.1	0.1	0.1
	İletkenlik (μ S25°C)	211	249	229	249
Karagöl	Derinlik (cm)	170	100	100	*
	Berraklık (cm)	60	80	*	*
	Sıcaklık °C	25.6	24.0	25.9	*
	pH	7.89	8.05	8.02	*
	Çözülmüş Oksijen (mg/l)	3.3	5.6	4.8	*
	Ç.Oksijen Doygunluğu (%)	48	77	73	*
	Tuzluluk (‰ S)	0.4	0.4	0.4	*
	İletkenlik (μ S25°C)	723	792	748	*
Saklıgöl	Derinlik (cm)	800	670	740	740
	Berraklık (cm)	330	210	190	240
	Sıcaklık (°C)	22.5	23.0	25.1	27.5
	pH	8.25	8.40	8.42	8.34
	Çözülmüş Oksijen (mg/l)	5.2	5.7	5.5	4.3
	Ç.Oksijen Doygunluğu (%)	68	73	77	77
	Tuzluluk (‰ S)	0.5	0.5	0.5	0.5
	İletkenlik (μ S25°C)	960	1039	968	

Chironomidae familyasının 5 altfamilyasına (Tanypodinae, Prodiamesinae, Diamesinae, Orthoclaadiinae, Chironominae) ait 26, Chaoboridae familyasına ait 1 olmak üzere toplam 27 takson saptanmıştır. Chironominae 16 taksonla baskın olup bu alt familyayı 5 taksonla Tanypodinae izlemektedir. Tespit edilen

taksonlar çalışılan lokaliteler için yeni kayıt olup göllere göre dağılımları Tablo 3'de verilmiştir. Taksonların göllere göre dağılımları incelendiğinde, Kartal Gölü 18 taksonla en zengin göl olup, bunu 10 taksonla Gökçeova Göleti, 7 taksonla Karagöl ve 4 taksonla Saklıgöl izlemektedir.

Tablo 3. Tespit edilen türlerin istasyonlara göre dağılımı
Table 3. The distribution of species according to stations

TAKSONLAR	Kartal Gölü	Gökçeova Göleti	Karagöl	Saklıgöl
Diamesinae				
<i>Diamesa</i> sp.	+	+	-	-
Prodiamesinae				
<i>Prodiamesa olivacea</i>	+	-	-	-
Tanypodinae				
<i>Ablabesmyia</i> (A.) <i>longistyla</i>	+	+	-	-
<i>Macropelopia nebulosa</i>	+	-	-	-
<i>Macropelopia notata</i>	+	-	-	-
<i>Procladius</i> (Holotanypus) sp.	+	+	+	+
<i>Tanypus kraatzi</i>	-	-	+	-
Orthoclaadiinae				
<i>Cricotopus</i> (C.) <i>sylvestris</i>	-	-	-	+
<i>Cricotopus</i> (C.) <i>trifasciatus</i>	+	-	-	-
<i>Paracladius</i> sp.	+	-	-	-
Chironominae				
Chironomini				
<i>Chironomus</i> (C.) <i>anthracinus</i>	-	+	-	-
<i>C</i> (C.) <i>plumosus</i>	+	+	+	-
<i>C</i> (C.) <i>tentans</i>	+	-	-	-
<i>Cladopelma</i> gr. <i>virudula</i>	+	-	-	-
<i>Cryptocladopelma laccophila</i>	-	+	-	-
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	-	+	-	-
<i>Endochironomus lepidus</i>	-	-	+	-
<i>Kiefferulus</i> sp.	-	-	+	-
<i>Microchironomus tener</i>	+	+	-	-
<i>Microtendipes pedellus</i>	+	-	-	-
<i>Polypedilum nubifer</i>	+	-	-	-
<i>P. nubeculosum</i>	+	-	+	-
<i>P. sordidellus</i>	+	-	-	-
Tanytarsini				
<i>Cladotanytarsus mancus</i>	-	+	-	-
<i>Micropsectra</i> sp.	+	-	-	+
<i>Tanytarsus</i> sp.	+	-	-	-
Chaoboridae				
<i>Chaoborus flavicans</i>	-	+	+	+

TARTIŞMA VE SONUÇ

Yüksek dağlarda yer alan buzul göllerinin yıllık ortalama sıcaklıklarının düşük olması, oligotrofik özellik göstermeleri ve insan aktivitelerinin çok az olması sebebiyle, su canlıları için çok özel bir çevre sunmaktadırlar (Tatosova ve Stuchlik, 2006). Bu göllerde bulunan makro omurgasızlar çoğunlukla ekstrem çevresel koşullara adaptasyon sağlamışlardır. Gelişme dönemleri kısıtlı ve besin kaynaklarının eldesi de azaltılmış ve düzensizdir (Mani, 1968). Rieradevall vd., (1999) makrozoobentozun çeşitlilik ve yoğunluğunun çalışma yapılan pek çok yüksek dağ gölünde bir düşüş gösterdiğini rapor etmişlerdir. Aynı şekilde Tatosova ve Stuchlik (2006) yüksek dağ göllerinin düşük verimliliğinden dolayı Chironomid

larvalarının bolluğunun da çok yüksek değerlere ulaşmadığını bildirmişlerdir.

Sıcaklığın sınırlayıcı faktör olduğu aşırı derecede oligotrofik arktik ve subarktik göllerde Orthoclaadiinae baskın tür iken orta decede oligotrofik özellik gösteren göllerde Tanytarsini (sıklıkla Tanytarsus, Micropsectra) yaygın olarak bulunur. Bunun yanında bazı durumlarda Diamesinae ve diğer cinslere ait türler de bulunabilir (Bryce ve Hobart, 1972).

Yapılan çalışmada Chironominae 16 türle en zengin altfamilya olup, bunu 5 taksonla Tanypodinae altfamilyası izlemektedir. Diamesinae ve Prodiamesinae altfamilyalarına ait sadece 1'er tür tespit edilmiştir. Bu taksonların bulunduğu

Kartal Gölü ve Gökçeova Göleti rakımları en yüksek olan çalışma alanlarıdır. Diamesa yüksek rakımdaki dağ sularının karakteristik cinsidir (Bryce ve Hobart, 1972). Çalışmamızda da yüksek rakımdaki her iki dağ gölünden (Kartal Gölü ve Gökçeova Göleti) tespit edilmiş olması bu bulguyu doğrulamaktadır.

Chaoboridae familyasına ait tek tür tespit edilmiş olup, Kartal Gölü hariç diğer 3 gölden de bildirilmiştir.

Tür zenginliği açısından gölleri değerlendirdiğimizde; 18 takson ile Kartal Gölü'nü, 10 takson ile Gökçeova Göleti, 7 takson ile Karagöl ve 4 takson ile Saklıgöl izlemektedir.

Tespit edilen taksonların göllere göre dağılımı incelendiğinde; *Procladius (Holotanypus) sp.* 4, *Chironomus (C.) plumosus* 3 ve Chaoboridae familyasından *Chaoborus flavicans* 3 gölden tespit edilmiştir. Diamesa sp., *Ablabesmyia (A.) longistyla*, *Microchironomus tener*, *Polpedilum nubeculosum* ve *Microspectra sp.* taksonları 2, diğer tespit edilen taksonlar 1'er lokaliteden rapor edilmiştir.

Araştırmamızı ülkemizdeki diğer dağ göllerinin Chironomidae ve Chaoboridae familyası üzerine yapılan çalışmalarla mukayese ettiğimizde;

Toros Dağ Göllerindeki Chironomidae ve Chaoboridae familyasının dağılımı ile ilgili çalışmada (Taşdemir vd., 2011) saptanan türler ile bu çalışmada bulunan türler arasında benzer türler görülmektedir (*Procladius (Holotanypus) sp.*, *Cricotopus (C.) sylvestris*, *Chironomus (C.) anthracinus*, *Chironomus (C.) plumosus*, *C. (C.) tentans*). Ayrıca her iki çalışmada da Chironominae altfamilyası en fazla takson içeren altfamilyadır (Toros Dağ gölleri Chironominae altfamilyası 11, bu çalışmada Chironominae altfamilyası 16 takson).

Kaçkar Dağları'ndaki buzul göllerinden tespit edilen Chironomidae taksonlarına (Ustaoglu vd., 2010) bu çalışmada alpin karakterde olan tek gölümüz Kartal Gölü'ndeki taksonlar daha fazla benzerlik göstermektedir (*Ablabesmyia (A.) longistyla*, *Macropelopia nebulosa*, *Macropelopia notata*, *Procladius (Holotanypus) sp.*, *Prodiamesa olivacea*, *Cricotopus*

(*I. trifasciatus*, *Chironomus (C.) plumosus*, *Chironomus (C.) tentans*, *Microtendipes pedellus*, *Microspectra sp.*, *Tanytarsus sp.*). Kaçkar dağlarındaki buzul göllerinin Chironomidae familyasına yönelik çalışmada da Chironominae altfamilyası 14 taksonla, takson zenginliği açısından birinci sırada yer almaktadır.

Çalışılan göllerin verimlilik durumları dikkate alındığında; tespit edilen türler ve türlerin bulunma yoğunlukları açısından değerlendirdiğimizde Kartal Gölü ve Gökçeova Göleti'nin oligotrofikten mesotrofiye geçtiğini söyleyebiliriz. Bryce ve Hobart (1972) *Tanytarsini* (*Tanytarsus*, *Microspectra*) ve *Diamesinae* altfamilyasına ait türlerin orta dereceli oligotrofik özellik gösteren göllerde yaygın olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada da bu cinsler Kartal Gölü ve Gökçeova Göleti'nde bulunmakla birlikte, ötrofik göllerin indikatör türleri olan *Chironomus tentans* ve *Chironomus plumosus* (Rosenberg ve Resh, 1993)'un az da olsa bulunmaları [(Kartal Gölü (*Chironomus tentans* 11 birey/m²); Gökçeova Göleti (*Chironomus plumosus* 8 birey/m²)] göllerin oligotrofik durumdan mesotrofiye geçişini göstermektedir (Ustaoglu vd., 2013).

Aynı şekilde, bu proje kapsamında incelenen göllerin fitoplankton kompozisyonu ve klorofil a değerleri dikkate alındığında, göllerin verimlilik durumunun oligotrofikten mesotrofiye geçtiği rapor edilmiştir (Ustaoglu vd., 2013).

Bu araştırma ile ülkemizin dağ gölleri ile ilgili çalışmalarına hem bir yenisi daha eklenmiş hem de kendine özgü bir ortam teşkil eden bu habitatların karakteristik olan ortak türleri çıkarılmaya çalışılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenen 2009/SÜF/002 kodlu projeden üretilmiştir. Saha çalışmaları süresince bizlere yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Haşim SÖMEK'e ve Ege Üniversitesi İç sular Biyolojisi Anabilim Dalı üyelerine teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Balvag, G. (1977). Determination des larves de Chaoborus (Chaoboridae), Rencontres en France. *Annales d'hydrobiologie*, 8(1): 27 - 32.
- Bryce, D. & Hobart, A. (1972). The biology and identification of the larvae of the Chironomidae (Diptera). *Entomologist's Gazette*, 23: 175-218.
- Cranston, P.S. (1982). A Key to The Larvae of the British Orthocladinae (Chironomidae). Freshwater Biological Association Scientific Publication No.45. Dr. W. Junk N.V. Publishers, The Hague.
- Galas, J. (2004). Invertebrate communities of high mountain lakes (Polish Tartar Mts.). *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska*. (1): 57-63.
- Geldiay, R. & Tareen, I.U. (1972). Bottom Fauna of Gölçük Lake, 1. Population Study of Chironomids, Chaoborus and Oligochaeta. Scientific reports of Faculty of Science, Ege University, İzmir.
- Gültutan, Y. & Kazancı, N. (2009). A Research on Chironomidae (Diptera) Fauna of Eastern Blacksea Region and water quality relationship. *Review of Hydrobiology*, Vol. 2, Iss.1.
- Hirvenoja, M. (1973). Revision der Gattung Cricotopus von der Wulp und ihrer Verwandten (Diptera, Chironomidae) *Annales Zoology Fennici*, Pp: 363.
- Kırgız, T. (1988). A morphological and Ecological study on the larvae of Chironomidae (Diptera) of Seyhan Dam Lake (in Turkish with English abstract). *Doğa TU Zooloji*, 12(3): 231-245.
- Klink, A.G. & Moller-Pillot, H.K.M. (2003). Chironomidae larvae. Key to the Higher Taxa and Species of the Lowlands of Northwestern Europe. World Biodiversity Database, CD-ROM Series. Expert Center for Taxonomic Identification, University of Amsterdam.
- Manca, M., Ruggiu, D., Panzani, P., Asoli, A., Mura, G. & Nocentini, A.M. (1998). Report on a collection of aquatic organisms from high mountain lakes in the Khumbu Valley (Nepalese Himalayas). *Limnology of high altitude lakes in the Mt Everest Region (Nepal) Memorie Dell'Istituto Italiano Di Idrobiologia*: 57: 77-98.
- Mani, M.S. (1968). Ecology and Biogeography of High Altitude Insects.
- Rieradevall, M., Bonada, N. & Prat, N. (1999). Substrate and depth preferences of macroinvertebrates along a transect in a Pyrenean high mountain lake (Lake Redó, NE Spain). *Limnetica* 17: 127-134. Asociación Española de Limnología, Madrid. Spain. ISSN: 0213-8409

- Rosenberg, D. & Resh, V. (1993). Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall. New York.
- Şahin, Y. (1991). Turkish Chironomidae Potamofauna (in Turkish with English abstract), TÜBİTAK, TBAG-869 no project, 88 pp.
- Taşdemir, A., Balık, S., Ustaoglu, M.R. & Sarı, H.M. (2008). Diptera and Ephemeroptera Fauna of Some Lakes in Western Black Sea Region (Turkey). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 2(3): 252-260.
- Taşdemir, A., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2011). Contribution to the Knowledge on the Distribution of Chironomidae and Chaoboridae (Diptera: Insecta) Species of Lakes on Taurus Mountain Range (Turkey). *Journal of the Entomological Research Society*, 13(2): 15-25.
- Taşdemir, A., Ustaoglu, M.R., Balık, S. & Sarı, H.M. (2010). Distribution of Chironomidae(Diptera-Insecta) of high-altitude lakes in the Eastern Black Sea region of Turkey (in Turkish with English abstract) IV. Limnology Symposium, Bolu.
- Taşdemir, A., Yıldız, S., Topkara, E.T., Özbek, M., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2004a). Benthic Fauna of Yayla Lake (Buldan-Denizli) (in Turkish with English abstract). *Turkish Journal of Aquatic Life*, 2: 182-190.
- Taşdemir, A., Ustaoglu, M.R. & Balık, S. (2004b). An investigation on the diptera fauna of İkizgöl Lake (Izmir, Turkey) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(3-4): 263-265.
- Tatosova, J. & Stuchlik, E. (2006). Seasonal dynamics of chironomids in the profundal zone of a mountain lake (Ladove pleso, the Tatra Mountains, Slovakia). *Biologia, Bratislava*, 61/Supplement. 18: S203-S212, Section Zoology. doi: 10.2478/s11756-006-0132-7
- Toksöz, A. & Ustaoglu, M.R. (2005). An investigation on the profundal macrobenthic fauna of Gölçük Lake (Bozdağ, Ödemiş). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 22(1-2): 173-175.
- Topkara, E. T., Taşdemir, A., Yıldız, S., Ustaoglu, M. R. & Balık, S. (2009). Contributions to the aquatic insect (Insecta) fauna of some mountain lakes in the Taurus Range (Turkey) (in Turkish with English abstract) *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(1): 10-17.
- Topkara, E.T. & Ustaoglu, M.R. (2015). A study on the aquatic Coleoptera and aquatic semiaquatic Heteroptera (Insecta) fauna of Lake Kartal (Denizli) and ecological notes (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 32(1): 45-50. doi: 10.12714/egejfas.2015.32.1.07
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Sarı, H.M., Mis, D., Aygen, C., Özbek, M., İlhan, A., Taşdemir, A., Yıldız, S. & Topkara, E.T. (2008). Investigation on Flora and Fauna of the Lakes and Rivers on Uludağ (Bursa) (in Turkish with English abstract). III. Limnology Symposium, Izmir.
- Ustaoglu, M.R., Balık, S., Egemen, Ö., Sarı, H. M., Özbek, M., Aygen, C., Özdemir Mis, D., Taşdemir, A., İlhan, A., Başaran, A., Yıldız, S., Topkara, E. T. & Sömek, H. (2013). Limnological Investigations of Lake Saklıgöl (Honaz, Denizli), Lake Karagöl (Bozkurt, Denizli) and Lake Kartal (Beyazağaç, Denizli) (in Turkish with English abstract). Ege University Scientific Research Project Report. Pro No: 2009/SÜF/002, 54 p.
- Yıldız, S., Taşdemir, A., Özbek, M., Balık, S. & Ustaoglu, M.R. (2005). Macrobenthic Fauna of Lake Eğrigöl (Gündoğmuş- Antalya). *Turkish Journal of Zoology*. 29: 275-282.
- Yıldız, S., Özbek, M., Taşdemir, A. & Topkara, E. T. (2015). Assessment of a shallow montane Lentic Ecosystem (Lake Gölçük, İZMİR, TURKEY) Using Benthic Community Diversity. *Ecology*, 24:1-13. doi: 10.5053
- Yıldız, S., & Ustaoglu, M.R. (2016). Observations on the Oligochaeta (Annelida) fauna of the mountain lakes in Denizli (Turkey) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(2): 89-96. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.2.01

RESEARCH ARTICLE

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Quality changes of fish balls prepared from of mosul bleak (*Alburnus mossulensis*) stored at -18 °C under air or vacuum

Hava ve vakum altında ambalajlanarak -18 °C'de depolanan gümüş balığı'ndan (*Alburnus mossulensis*) hazırlanmış balık köftelerinin kalite değişimleri

Muhsine Duman* • Büşra Peksezer

Department of Fishing Techniques and Processing Technologies, Faculty of Fisheries, Firat University, 23119 Elazığ, Turkey
* Corresponding author: mduman@firat.edu.tr

Received date: 17.05.2016

Accepted date: 18.07.2016

How to cite this paper:

Duman, M. & Peksezer, B. (2016). Quality changes of fish balls prepared from of mosul bleak (*Alburnus mossulensis*) stored at -18 °C under air or vacuum. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 285-290. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.14

Abstract: In the present study, microbiological, chemical and sensory qualities of fish balls prepared from *Alburnus mossulensis* mince as air and vacuum packed (Group AP and Group VP, respectively) were determined during frozen storage at -18 °C for 180 days. All samples total viable counts (TVC), the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content, free fatty acid analysis (FFA), thiobarbituric acid (TBA) values increased significantly ($p<0.05$), while sensory attributes decreased during storage. It was determined that the amounts of TVB-N and TBA during storage period in fish meatball samples did not exceed the consumption limit value. At the beginning of storage, fish balls samples were more appreciated sensory point of view, but the level of appreciation was gradually decreased later. Use of vacuum packaging in the fish balls had a significant effect on the quality of the products during the storage period ($p<0.05$). In conclusion, according to the results of chemical and sensory analysis, it was found fish meatballs samples stored at -18 °C protected their consumable quality up to 6 months.

Keywords: *Alburnus mossulensis*, balls, quality properites, shelf life

Öz: Bu araştırmada, *Alburnus mossulensis* etinden hazırlanan, hava ve vakum olarak ambalajlanarak dondurulan köfte örneklerinin -18°C de 180 gün muhafazası sırasında meydana gelen mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal kalite değişimleri incelenmiştir. Toplam canlı sayısı (TVC), toplam uçucu bazik azot (TVB-N) sayısı, serbest yağ asidi (FFA) ve tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı değerleri tüm örneklerde muhafaza süresince giderek artmış, duyuşsal analiz sonuçlarının ise azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Balık köftesi örneklerinin TVB-N ve TBA miktarı bakımından muhafaza süresince tüketilebilirlik sınır değerini aşmadığı belirlenmiştir. Balık köfte örneklerinin muhafazanın başlangıcında, duyuşsal açıdan daha fazla beğenildiği, ilerleyen günlerinde ise beğeni düzeyinin giderek azaldığı saptanmıştır. Vakum ambalajın ürünün kalitesi üzerine önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada duyuşsal, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre balık köfte örneklerinin -18°C'de 6 ay tüketilebilir niteliğini koruduğu tespit edilmiştir

Anahtar kelimeler: *Alburnus mossulensis*, köfte, kalite özellikleri, raf ömrü

INTRODUCTION

Alburnus mossulensis (Heckel, 1843) are Cyprinid fish found in the Euphrates and Tigris rivers in Turkey and their adjacent basins in Iran. *Alburnus mossulensis* (mosul bleak), which live in the dam lake but are not fished due to their low economic value (Geldiay and Balık, 2007; Uçkun and Gökçe, 2015). Hence, there is a need to develop some convenience products from the flesh of mosul bleak to enhance their consumer acceptability.

Fish and fishery products play an important role in human nutrition as a source of proteins, fatty acids, fat-soluble vitamins macro and trace elements (Belitz et al., 2009). However, fish is

a highly perishable commodity and its post-harvest handling and processing being labor intensive, result in increased microbial contamination. There is an increasing growth in the demand for convenience ready-to-cook/eat minimally processed meat products in both developed and developing countries (Lee et al., 2005). Ready-to-cook/eat meat products are susceptible to environmental contamination with spoilage and pathogenic microorganisms during handling of these products after cooking and before or during packaging (Zhu et al., 2004). There are numerous food processing tools available that provide food protection. Individually frozen fish and fish products are available in the market. However, fish and fishery

products can undergo undesirable changes during frozen storage and deterioration may limit the storage time. These undesirable changes result from lipid oxidation and protein denaturation. The aim of this study was to produce fish balls from mosul bleak flesh and to investigate the quality changes during frozen (-18°C) storage.

MATERIALS AND METHODS

Sample preparation

Fresh mosul bleak (*Alburnus mossulensis*) were obtained from Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey). After purchase, the fish were transferred to the laboratory in polystyrene boxes with crushed ice within 1 h. In total 15 kg of fish with an average weight of 29.7 ± 3.6 g were taken. On arrival at the laboratory, quality control analyses of the fish were performed and balls were prepared.

The fish were gutted, filleted and washed. After the handling process, the fish were boiled in boiling water for 2 min and then minced using a 3 mm diameter holes plate. Ingredients were added to the minced fish (64%) according to the following formulation: 18% boiled rice, 11.39% onion, 3.84% sunflower oil, 1.79% parsley, 0.72% salt and 0.26% black pepper. The ingredients were homogenized with a kitchen blender. The mixture was kept in a refrigerator at 4° C for 1 h and processed into meat balls (1.5 cm thick and 100 mm diameter) by using a metal shaper. Balls of approximately 25 g in weight were first dipped wheat flour followed by rolling in egg albumen liquid. Balls were then dipped in galata flour, removed and fried at 180 ± 10 °C for 7 min in sunflower oil and then cooled to room temperature (20 ± 2 °C). The fish balls were divided into two groups: one group was air-packed in a polyethylene plastic bag (AP), another group was vacuum packed [high-barrier nylon polyethylene bags (VP)] and stored at -18 °C for six months. For each group 42 and totally 84 packaged were used in the study. The experiments were duplicated for each fish ball treatment at different time periods ($3 \times 2 = 6$ samples).

Proximate composition analysis

The moisture content and crude ash were determined in an oven at 103 °C and 550 °C, respectively, until the weight became constant (AOAC, 1990). The total crude protein was determined by Kjeldahl's method (AOAC, 1990) and the lipid content was analysed according to the procedure of Bligh and Dyer (1959). Carbohydrate content was estimated by difference: 100 g - total grams of water, protein, lipids and ash. The analyses were duplicated for each fish balls at different time periods.

Microbiological analysis

A sample of fish (10 g) was diluted with 90 ml sterile 0.1% peptone water and homogenized in a Stomacher (Model 400, Seward, London, UK) at regular speed for 2 min. For microbial enumeration, 0.1 ml samples of serial dilutions (1:10, diluent, 0.1% peptone water) of fish homogenates were spread on the

surface of dry media. Total viable counts (TVC) were determined using plate count agar (PCA, Merck) after incubation for 48 h at 30 °C (ICMSF, 1986).

Chemical analysis

The pH values were measured by immersing a glass-calomel electrode directly into the sample by using a pH meter (Thermo Scientific Orion 3-Star Benchtop, Cambridge, UK). The total volatile basic nitrogen (TVB-N) content was determined according to the method of Antonocopoulos (1989). Free fatty acid analysis (FFA), expressed as % of oleic acid, was carried out by AOCS (1998) method. The value of thiobarbituric acid (TBA) value (mg malonaldehyde/kg) was determined according to Tarladgis et al. (1960).

Sensory analysis

The sensory quality of fish sample was evaluated by ten trained panelists. The whole fish ball products in one package were thawed in a microwave and warmed in a hot pan (90 -100°C) for 3-4 min. Panelists scored for sensory characteristics, such as colour, odour, flavour, texture and general acceptability of fish balls according to the method of Amerine et al. (1965). A hedonic scale from 9 to 1 was used to evaluate fish ball. A score of 9 represents 'very good quality', a score of 7-8, 'good quality', a score of 5-6 'acceptable', while a score of 1-4 was regarded as 'bad or unacceptable'. Sensory analyses were carried out at each sampling time (day 0, 30, 60, 90, 120, 150) during storage period.

Statistical analysis

All data were studied with one-way analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple-range test. Statistical significance level was considered to be $p = 0.05$. All statistical analyses were carried out using SPSS Version 12.0 (SPSS, IL, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Proximate composition analysis

Proximate compositions of raw fish, raw fish meat balls and cooked fish meat balls were given in Table 1. The compositions of the raw fish were similar to the findings of other researchers (Weber et al., 2008). Moisture content of raw fish was determined as $76.6 \pm 1.06\%$ but after the process, it decreased to $71.3 \pm 1.41\%$ in the raw fish meat balls and $58.25 \pm 1.48\%$ in the cooked fish meat balls, respectively ($p < 0.05$). Lipid content of raw fish was 1.24%. After the process, lipid content increased to 3.81%, in the raw fish meat balls, and $8.16 \pm 0.01\%$ in the cooked fish meat ball ($p < 0.05$). Protein contents of fish balls also increased after the cooking process as compared to the raw fish. Significant differences were found between the protein, lipid, ash and carbohydrate contents of raw and cooked fish balls ($p < 0.05$). The proximate composition of the fish balls showed similarities to the findings of Duman and Özpölat (2012). The increase in protein, lipid, ash and carbohydrate content found in cooked silver fish meat balls was

explained by the reduction in moisture (Table 1). In general, fish are known to have low amounts of carbohydrate in their muscle.

However, the higher amount of carbohydrate in balls might be derived from rice Table 1.

Table 1. Proximate analysis results of raw material, raw meat balls and cooked meat balls

Parameter	Raw fish	Raw fish meat balls	Cooked fish meat balls
Moisture	76.6±1.1 ^a	71.3±1.4 ^b	58.25±0.91 ^c
Crude proteins	19.3±0.1 ^a	17.6±0.1 ^b	20.51±0.19 ^c
Crude lipids	1.24±0.1 ^a	3.8±0.2 ^b	10.18±0.04 ^c
Ash	1.00±0.0 ^a	1.2±0.1 ^a	1.3±0.1 ^b
Carbohydrate	1.92±0.6 ^a	6.1±0.2 ^b	9.90±0.32 ^c

^{a-c} Means in the same line followed by different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Microbiological analysis

Results of total viable counts (TVC) were given in Fig. 1. Total viable counts in the fishery products are the useful tool for quality evaluation of shelf-life and post-processing contamination (Duman and Ozpolat, 2012). The initial total viable count (TVC) of sample was 1.5 log CFU/g, and the low initial TVC in balls indicated very good quality. Total viable counts increased with storage time for all groups. However, TVC content of fish balls did not exceed the maximum limits (7 log CFU/g) of microbiological criteria for fresh and frozen fish given by the ICMSF (1986). A significant ($p < 0.05$) increase in total plate counts of fish balls stored under refrigeration was in agreement with findings of Mahmoudzadeh et al. (2010), Uçak et al. (2011), Ozoğul and Ucar (2013) reported the similar results in mackerel fish burgers, mackerel burgers and fish balls respectively. Significant differences ($p < 0.05$) were observed among the groups. AP contained high level of TVC compared to VP.

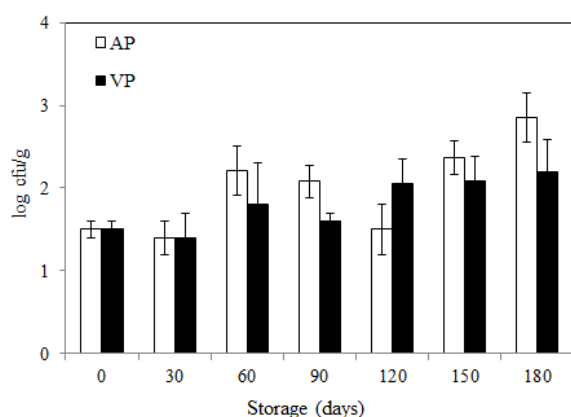


Figure 1. Changes in TVC of fish balls sample during frozen storage. Each point is the mean of three samples taken from two replicate experiments ($n = 3 \times 2 = 6$). Vertical bars = standard deviation

Chemical analysis results

Variations in values of pH during the frozen storage are given in Fig. 2. The initial pH of the fish ball was 6.15. All

samples showed an increase H value with an extended storage period. The increase of pH was postulated to be due to an increase in volatile bases produced, e.g. ammonia and trimethylamine, by either endogenous or microbial enzymes (Fan et al., 2009). Significant statistical differences were found between the samples ($p < 0.05$). At the end of the storage time, the pH values of the samples in the present study reached the maximum levels of 6.63 and 6.61 for AP and VP, respectively. The increase in pH might be due to accumulation of metabolites of bacterial action on meat and meat products and deamination of meat proteins (Jay, 1996). Similar increase in pH was also reported by Tokur et al. (2006) in carp fish burgers, Duman and Ozpolat (2012) in Inegöl style fish balls.

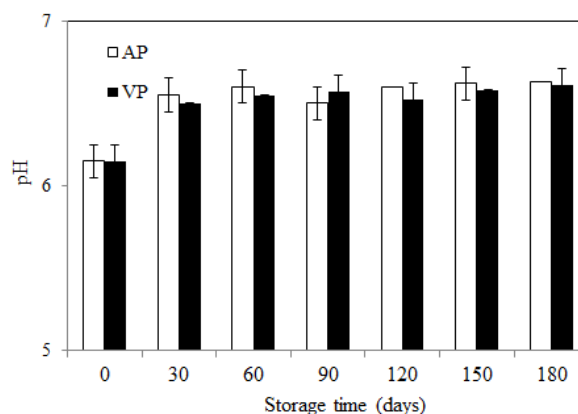


Figure 2. Changes in pH of fish balls sample during frozen storage. Each point is the mean of three samples taken from two replicate experiments ($n = 3 \times 2 = 6$). Vertical bars = standard deviation

Total volatile basic nitrogen (TVB-N) is a general term which includes the measurement of trimethylamine (TMA), dimethylamine (DMA), ammonia, and other volatile basic nitrogenous compounds associated with seafood spoilage (Huss, 1995). TVB-N is one of the most widely used for evaluation of the degree of spoilage in seafood. Changes in TVB-N value during storage are shown in Fig. 3. The initial TVB-N value was 11.48 mg/100 g and it increased progressively with time of frozen storage for both samples. Its increase was elated to the activity of spoilage bacteria and

endogenous enzymes because enzymes were still active. Similar TVB-N values were reported by Yerlikaya et al. (2005) and Lin et al. (2011). According to Huss (1995), the acceptable TVB-N level is 35–40 mg N/100g. The final TVB-N values of both balls samples did not exceed the upper acceptability limit after 150 days of frozen storage. The data also showed that TVB-N increase was significantly lower in the VP sample than in AP ($p < 0.05$). After 150 days of frozen storage, TVB-N contents increased from an initial value to 27.3 mg/100 g in VP to 33.74 mg/100 g in AP. Similar TVB-N values were reported by Duman and Özpolat (2012) and Yerlikaya, et al. (2005). These results indicated that there was a relationship between TVB-N release and loss of freshness.

Free fatty acids (FFA) in frozen fish are a result of enzymatic decomposition of lipids (Hardy, 1980). Changes in FFA values of fish balls during frozen storage are shown in Fig 4. The initial FFA values of AP and VP were found to be 1.25 (oleic acid %). Results indicate an increasing trend in all the samples during storage. Similar observations were made by several authors (Tokur et al., 2004; Uçak et al., 2011; Ozogul and Ucar, 2013). These values gradually ($p < 0.05$) increased to 3.82 and 2.62%, respectively, at the end of 150 days of storage. An increase in FFA resulted from the enzymatic hydrolysis of esterified lipids. The connection between lipolysis and lipid oxidation is that FFA oxidise more readily than esterified lipids (Uçak et al. 2011). These results showed that even the low temperature (-18°C) could not stop lipid hydrolysis and the rate was reduced by vacuum-packing.

The TBA index is widely used as an indicator of degree of lipid oxidation. The oxidative rancidity measured by TBA values was presented in Fig. 5. Schormuller (1969) suggested the levels of 7–8 mg malonaldehyde/kg as the upper limit of acceptable of consumption. The amount of TBA raw fish samples was 0.94 mg malonaldehyde/kg and this value increased to 1.05 mg malonaldehyde/kg in the cooked fish ball. The final TBA values of both fish balls samples did not exceed the upper acceptability limit after 150 days of frozen storage. TBA value followed a significant ($p < 0.05$) increasing trend from all samples during the frozen storage. A difference among the AP and VP also existed as the TBA values of VP were significantly ($p < 0.05$) lower than AP on lower than AP during the storage except on day 0. The increase in TBA values on storage might be attributed to oxygen permeability of packaging material (Brewer et al., 1992) that led to lipid oxidation. Similar results were reported by Yanar and Fenercioglu (1998), Tokur et al. (2006) in various fish balls.

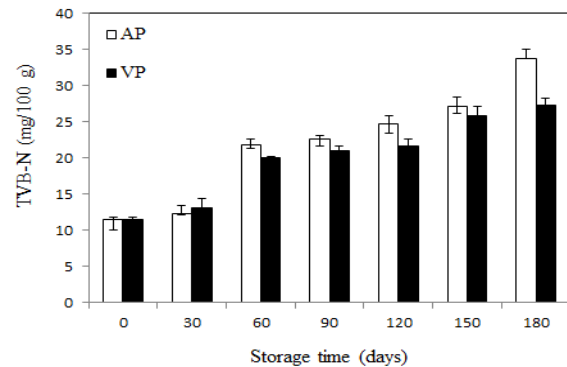


Figure 3. Changes in TVB-N values of fish balls sample during frozen storage. Each point is the mean of three samples taken from two replicate experiments ($n = 3 \times 2 = 6$). Vertical bars = standard deviation

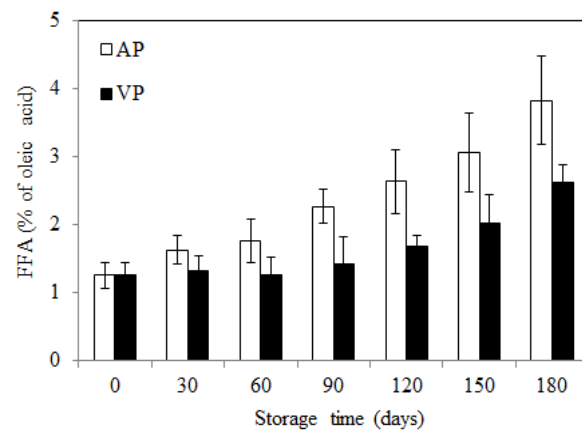


Figure 4. Changes in FFA values of fish balls sample during frozen storage. Each point is the mean of three samples taken from two replicate experiments ($n = 3 \times 2 = 6$). Vertical bars = standard deviation

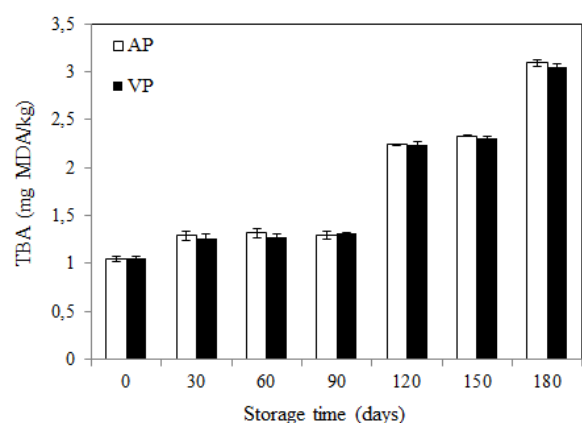


Figure 5. Changes in TBA values of fish balls sample during frozen storage. Each point is the mean of three samples taken from two replicate experiments ($n = 3 \times 2 = 6$). Vertical bars = standard deviation

Sensory analyses results

The results of the sensory evaluation of samples were given in Fig. 6. The fish balls were considered to be acceptable for consumption until the sensory score reached to 4. The acceptability of fish and fishery products during frozen storage depends on the changes in their sensory attributes. The sensory scores, in both AP and VP declined significantly throughout the 150 days of frozen storage ($p < 0.05$). However, both groups remained fresh after the storage periods. The decrease in appearance scores might be due to pigment loss and rancidity resulting in non-enzymatic browning. A decrease in appearance and colour scores of meat products with increase in storage period was also reported by Kilinc (2009) in anchovy patties, Yi et al. (2011) in *Collichthys* fish ball, Duman and Özpolat (2012) in fish balls and Noordin et al. (2014) in fish balls. This finding is supported by the results of chemical and microbiological quality analyses.

CONCLUSIONS

Thanks to the present study, the fish balls produced from mosul bleak, as an alternative product, can be stored for 150 days in a frozen state without undesirable changes of microbiological, chemical and sensory quality. these balls or

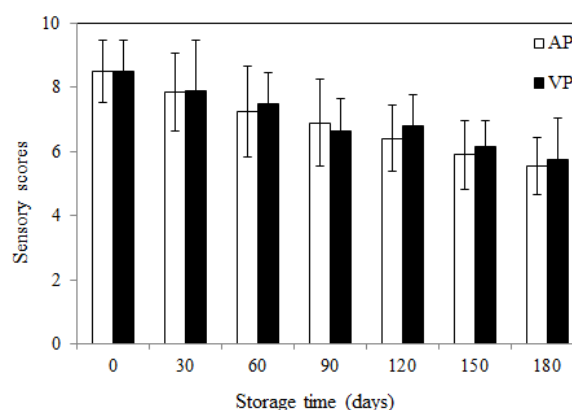


Figure 6. Changes in sensory scores of fish balls sample during frozen storage. Each point is the mean of three samples taken from two replicate experiments ($n = 3 \times 2 = 6$). Vertical bars = standard deviation

similar products may open new options to include fish species normally not well accepted at fresh fish markets and thus can contribute to an increase in overall fish consumption. Thus, the fish can be consumed in different ways and fish consumption can be increased. Fish balls as highly acceptable food products and they can be purchased by consumers in the market.

REFERENCES

- Amerine, M.A., Pangborn, R.M. & Roessler, E.B. (1965). *Principles of Sensory Evaluation of Food*. Academic Press, London.
- Antonacopoulos, N. & Vyncke, W. (1989). Determination of volatile basic nitrogen in fish: A third collaborative study by the West European Fish Technologists' Association (WEFTA). *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 189: 309–316.
- AOAC (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2 vols. 15th Edition, Washington, DC.
- AOCS (1998). In Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society; 5th Edition, Champaign, IL.
- Belitz, H.D., Grosch, W. & Schieberle, P. (2009) Food chemistry 4th edition. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37: 911–917.
- Brewer, S.M., Ikins, W.G. & Harbers, C.A.Z. (1992). TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: effects of packaging. *Journal of Food Science*, 57: 558–563.
- Duman, M. & Özpolat, E. (2012). Chemical and sensory quality changes of different formulated Inegöl fish balls, made from *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) during froze storage ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$). *The Journal of Food*, 37(1): 25–31.
- Fan, W., Sun, J., Chen, Y., Qiu, J., Zhang, Y. & Chi, Y. (2009). Effects of chitosan coating on quality and shelf life of silver carp during frozen storage. *Food Chemistry*, 115: 66–70.
- Geldiay, R. & Balık, S. (2007.) *Freshwater fishes of Turkey*. 5th Edition, Ege University, Fisheries Faculty publications, Bornova-Izmir.
- Hardy, R. (1980). Fish lipids. Part 2. In J.J. Connell (Ed.), *Advances in Fish Science and Technology* (pp 103–111). Farnham, Surrey, England.
- Huss, H.H. (1995). Quality and Quality Changes in Fresh Fish. Technical paper: 348, Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations 132.
- ICMSF. 1986. Microorganisms in Foods. 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications, 2nd Edition. University of Toronto Press, Toronto.
- Jay, J.M. (1996). Antioxidants. In J.M. Jay (Ed.), *Modern food microbiology* (pp.265–266), 4th Edition, CBS Publishers and Distributors, New Delhi, India.
- Kilinc, B. (2009). Microbiological, sensory and color changes of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 20: 129–137.
- Lee, E.J., Park, K.S., Kim, J.G., Oh, S.H., Lee, Y.S., Kim, J.H. & Byun, M.W. (2005). Combined effects of gamma irradiation and rosemary extract on the shelf-life of a ready-to-eat hamburger steak. *Radiation Physics and Chemistry*, 72: 49–56. doi:10.1016/j.radphyschem.2004.01.00.3
- Lin, L. S., Wang, B. J. & Weng, Y. M. (2011). Quality preservation of commercial fish balls with antimicrobial zein coatings. *Journal of Food Quality*, 34(2): 81–87. doi:10.1111/j.1745-4557.2011.00370.x
- Mahmoudzadeh, M., Motalebi, A.A., Hosseini, H., Haratian, P., Ahmadi, H., Mohammadi, M. & Khaksar, R. (2010). Quality assessment of fish burgers from deep flounder (*Pseudorhombus elevates*) and brushtooth lizardfish (*Saurida undosquamis*) during storage at -18°C . *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 9(1): 111–126.
- Noordin, W. N. M., Shunmugam, N. & Huda, N. (2014). Application of salt solution and vacuum packaging in extending the shelf life of cooked fish balls for home and retail uses. *Journal of Food Quality*, 37: 444–452. doi: 10.1111/jfq.12105
- Ozogul, Y. & Ucar, Y. (2013). The effects of natural extracts on the quality changes of frozen chub mackerel (*Scomber japonicus*) burgers. *Food Bioprocess Technology*, 6:1550–1560. doi: 10.1007/s11947-012-0794-9
- Schormüller, J. 1969. *Handbuch der Lebensmittel Chemie*. Band IV. Fette und Lipide (LIPIDS), SpringerVerlag, New York, Heidelberg, Berlin: 872–878.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M. & Younathan, M.T.A. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods.

- Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37: 44-48.
doi: 10.1007/BF02630824
- Tokur, B., Polat, A., Beklevik, G. & Özkütük, S. (2004). Changes in the quality of fishburger produced from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) during frozen storage (-18 °C). *European Food Research and Technology*, 218: 420–423. doi: 10.1007/s00217-004-0879-4
- Tokur, B., Ozturk, S., Atıcı, E., Ozyurt, G. & Ozyurt, C.E. (2006). Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758), during frozen storage (-18 °C). *Food Chemistry*, 99: 335–341. doi:10.1016/j.foodchem.2005.07.044
- Ucak, I., Ozogul, Y. & Durmuş, M. (2011). The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 1157–1163. doi:10.1111/j.1365-2621.2011.02610.x
- Uçkun, A.A. & Gökçe, D. (2015). Assessing age, growth, and reproduction of *Alburnus mossulensis* and *Acanthobrama marmid* (Cyprinidae) populations in Karakaya Dam Lake (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 39: 1-14. doi:10.3906/zoo-1211-13
- Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victorio, A.M. & Emanuelli, T. (2008). Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) filets. *Food Chemistry*, 106: 140–146. doi:10.1016/j.foodchem.2007.05.052
- Yanar, Y. & Fenercioglu, H. (1998). The utilization of carp (*Cyprinus carpio*) flesh as fish ball. *Turk Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23: 361–365.
- Yerlikaya, P., Gokoglu, N. & Uran, H. (2005). Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *European Food Research and Technology*, 220:287–291. doi: 10.1007/s00217-004-1035-x
- Yi, S., Li, J., Zhu, J., Lin, Y., Fu, L., Chen, W. & Li, X. (2011). Effect of tea polyphenols on microbiological and biochemical quality of Collichthys fish ball. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9), 1591-1597. doi: 10.1002/jsfa.4352
- Zhu, M.J., Mendonca, A., Lee, E.J. & Ahn, D.U. (2004). Influence of irradiation and storage on the quality of ready-to-eat Turkey breast rolls. *Poultry Science*, 83: 1462–1466.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

RESEARCH ARTICLE

Keban Baraj Gölü (Elazığ, Türkiye) balıkçılık sorunları ve çözüm önerileri

The proposals for solution and fisheries problems in Keban Dam Lake (Elazığ, Turkey)

Mürşide Dartay^{1*} • İlhan Canpolat²

¹ Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 23119, Elazığ

² Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Elazığ

* Corresponding author: mdartay@firat.edu.tr

Received date: 21.03.2016

Accepted date: 20.07.2016

How to cite this paper:

Dartay, M. & Canpolat, İ. (2016). The proposals for solution and fisheries problems in Keban Dam Lake (Elazığ, Turkey) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 291-298. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.15

Öz: Bu çalışma, Keban Baraj Gölü su ürünleri avcılığının mevcut durumunu ortaya koymak, balıkçıların sorunlarını ve çözüm önerilerini belirlemek amacıyla Mart 2013- Haziran 2014 tarihleri arasında yapıldı. Bölgede 310 balıkçı ve 184 adet kayıtlı tekne olduğu tespit edildi. Su ürünleri avcılığında kullanılan 15 su ürünleri kooperatifine ait fanyalı ağ uzunluğunun 110.000 m ve sade ağ uzunluğunun 159.000 m ve pinter ağlarının 46.000 adet olduğu belirlendi. Avlanan yıllık toplam balık miktarının 480 ton/yıl ve kerevit miktarının 17 ton/yıl olduğu, yıllık av miktarının Elazığ ili %67,71'ini, Tunceli ili %27,08'ini ve Erzincan ili %5,21'ini oluşturduğu belirlendi. Günlük avlanan su ürünleri miktarı 2.845 kg/tekne olarak tespit edildi. Bölgede balıkçı sorunları önem sırasına göre; pazarlama, aşırı ve bilinçsiz avlanma nedeniyle balık stoklarının azalması, balıkçıların örgütlenememesi, kooperatiflerin etkin olmayışı gibi sorunlardır. Balıkçılar tarafından önerilen çözümler; stoklara zarar veren av yöntemlerinin yasaklanması, kaçak avcılığın önlenmesi, balıkçılıkta sosyal güvenliğin yaygınlaştırılmasıdır.

Anahtar kelimeler: Keban Baraj Gölü, Türkiye, balık avcılığı, balıkçı, balıkçı sorunları

Abstract: This study was carried out to determine present situation of fishing, fishermen problems and solutions in the Keban Dam Lake (Elazığ, Turkey), between March 2013 and June 2014. In Keban Dam Lake 310 fishermen, 184 fishing boats, 110,000 m trammel nets, 159,000 m gillnets and 46,000 crayfish pinters were determined belonging to 15 fishing cooperatives. Annual total amounts of fish and crayfish were 480 ton/year and 17 ton/ year respectively. Main contributions to the annual total amount mainly came from Elazığ (67.71%), Tunceli (27.08%) and Erzincan provinces (5.21%). The amount of daily caught fish was found as 2,845 kg/boat. Main problems for fishing in Keban Dam Lake were determined as marketing, reduction in fish stocks due to excessive and uncontrolled catching, insufficient coordination between cooperatives. Main solutions proposed by the fishermen are the prohibition of fishing methods which damage to fish stocks, prevention of illegal fishing and the promotion of social security in fisheries.

Keywords: Keban Dam Lake, Turkey, fisheries, fishermen, fishermen problems

GİRİŞ

Su ürünleri kaynaklarının, besin kaynağı olarak uygun ve sürdürülebilir kullanımı balıkçılık aktivitelerinin bilinçli bir şekilde gerçekleştirilmesi ve geleceğe dönük planlanmasıyla mümkündür. Su ürünleri avcılığı, diğer tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi, ekosistem ve insan üzerinde belirli bir etkiye sahiptir. Önemli olan husus, su ürünleri avcılık sektörünün, global istihdama, hayvansal protein teminine ve ekosisteme tahrip edici etki yapmaksızın çevreyle dost şekilde devamının sağlanmasıdır (Seçer vd., 2010).

Su ürünleri üretim kaynaklarını ekonomik olarak işletmek, bu kaynaklarda canlı stokların devamlılığını sağlamak, her şeyden önce, bilinçli ve teknik bir avcılığı gerektirmektedir. Su ürünlerinin nerede, ne zaman, ne miktarda, en ekonomik ve kolay şekilde nasıl avlanacağı, taşınacağı ve korunacağı

avlanma teknolojisinin temelini teşkil etmekte, bu konu, sağladığı ekonomik ve sosyal faydalar itibarıyla büyük önem arz etmektedir. Ekonomik değeri yüksek deniz balıklarının stoklarında gözlenen azalmalar bütün dikkatleri hem denizlere hem de iç sularda kültür balıkçılığına ve iç su balıklarının avcılığına yöneltmiştir (Karakas ve Türkoğlu, 2005).

Türkiye ada kıyıları da dâhil olmak üzere 8.333 km kıyı şeridine sahip, üç tarafı denizle çevrili, 177.714 km akarsu, irili ufaklı 200 doğal gölü bulunan ve bu göllerden 100'ünde balıkçılık faaliyeti mevcut olan bir ülkedir (Şahinler vd., 2005). Elazığ'ın Keban ilçesinde bulunan, Fırat Nehri üzerinde, 1965-1975 yılları arasında inşa edilmiş olan bir barajdır ve Fırat nehri üzerinde kurulan ilk baraj olup mansabında Atatürk ve Karakaya Barajları yer almaktadır. Yapay göller arasında 675

km²'lik alanıyla 3.sırada yer almaktadır. Baraj Gölünün Murat vadisi boyunca uzunluğu 125 km'dir. Genişliği yer yer değişmektedir. Keban Baraj Gölü'nde 1974 yılından itibaren su tutulmaya başlanmış, tarım alanları su altında kalmış ve insanlar, şişme lastik bot ve 30 - 40 m'lik ağlarla ilk balıkçılık faaliyetlerini başlatmışlardır. Çevre yerleşim merkezlerinin çoğunda konu ile ilgili kooperatifler kurulmuş, malzeme ve ekipmanlarla tek yönlü de olsa gelişmeler kaydedilmiştir. Zamanla bu şişme botların yerini motorlu tekneler almıştır. Avcılıkta kullanılmak üzere ağlar da satın alınmaya başlanmıştır (Celayir vd., 2006).

Keban Baraj Gölü ve Hidroelektrik santralinin 1975 yılında devreye girmesiyle, DSİ baraj gölü ve gölde yaşayan balıklar hakkında çalışmalara başlamıştır. DSİ Genel Müdürlüğü tarafından 1982 yılında, "Keban Baraj Gölü Limnolojik Etüd Raporu" yayınlanmıştır. Bu etüd' de Keban Baraj Gölü' nün fiziksel, kimyasal yapısı ile birlikte, planktonu, bentozu ve balıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Keban Baraj Gölü'nde avcılık yapan 430 balıkçı ve balıkçılıkla geçimini sağlayan insanların aileleri ile birlikte toplam nüfuslarının 3000 civarında olduğu rapor edilmiştir (Anonim, 1994; Pala ve Mengi, 2004).

Keban Baraj Gölü'nde bulunan avcılık faaliyetlerinde kullanılan toplam avlak alanının 16 parsel ve 52.180 hektardır. Bu alanın Elazığ ili %58,51'ini, Tunceli ili %37,66'sını ve Erzincan ili %3,83'ünü kullanmaktadırlar. Bölge 16 avlak sahasına ayrılmış olmasına rağmen 7. bölge Göktepe Kooperatifi ve 8. Bölge Peri Kooperatifi, Akpazar Kooperatifi tarafından birleştirilerek kiralanmıştır. Bu nedenle aktif olarak balıkçılık yapan 15 S.S. Su Ürünleri Kooperatifi bulunmaktadır. Toplamda mevcut kooperatiflere bağlı 184 tekne ve 310 balıkçı bulunmaktadır.

Keban Baraj Gölü'nde, Su Ürünleri Kooperatifleri bünyesinde su ürünleri avcılığı yapan, yüzlerce kişinin bilinmesi, su ürünleri istihsalının tüm yönleriyle ortaya konulmasının gerekliliği anlaşılmaktadır. Bu çalışma, avlak sahasının büyüklüğü ve bu sahada yapılan balıkçılık faaliyetleriyle geçimini sağlayan kişi sayısı dikkate alındığında, bölgede su ürünleri avcılığının mevcut durumunu ortaya koymak, balıkçıların sorunlarını ve bu sorunlara karşı dile getirdikleri çözüm önerilerini belirlemek amacı ile yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Mart 2013- Haziran 2014 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü'nde avcılık faaliyetlerinde bulunan 15 adet S.S Su Ürünleri kooperatiflerinde gerçekleştirildi (Şekil 1).

Bütün balıkçı kooperatifleri ile bire-bir anket çalışması yapıldı. Hazırlanan anket formları Keban Baraj Gölü'ndeki avlak sahalarında avcılık faaliyetlerinde bulunan Su Ürünleri Kooperatiflerine gidilerek, kooperatif başkanları ve kooperatife üye 82 balıkçı (%26,45) ile yüz yüze görüşmeler yapılarak dolduruldu. Kayıtlı 184 tekne içerisinde rastgele seçilen 82 teknede balıkçılık ve sorunları ile ilgili 37 soru içeren bir anket uygulanmıştır. Anketler 2 ayrı form şeklinde hazırlandı.

Kooperatif bilgilerini içeren 35 soruluk bir anket ile balıkçı sorunlarının ve çözüm önerilerinin neler olduğu anketler düzenlendi. Anketler, kapalı ve açık uçlu sorular şeklinde tam sayım yöntemine göre uygulandı. Ankette sorulan sorular genel olarak; Kooperatif Adı, Avlak Sahası, Balıkçı Sayısı, Tekne Sayısı, Günlük Av Miktarı (Kg/Tekne), Yıllık Av Miktarı (Tekne/Kg), Avlanılan Gün Sayısı (Gün/Yıl), Kullanılan Ağ materyali nedir, Toplam Ağ Miktarı gibi konuları içermektedir. Ayrıca karşılaştıkları sorunlar nelerdir ve bu sorunlara karşı çözüm önerilerinin neler olduğunu içeren sorular soruldu. Anket sonucunda toplanan bilgiler analiz edildi.

Keban Baraj Gölü'ne avlak sahası bulunan Elazığ, Tunceli ve Erzincan il ve ilçelerindeki Su Ürünleri Kooperatiflerine ait veriler elde edilmiştir. Bölgede kullanılan av araç ve gereçlerin neler olduğu, miktarları, aktif avcılık gün sayıları tespit edildi. Bölgelerin yıllık av verimi, günlük av verimleri hesap edildi. Balıkçıların yaşadığı sorunlar önem sırasına göre kaydedildi. Bu sorunların çözümlerinin neler olabileceği konusunda balıkçılardan çözüm önerileri alındı.



Şekil 1. Keban Baraj Gölü'ndeki Su Ürünleri Kooperatiflerinin Avlak Sahaları (Google 2016; Bölgeler: 1-Kemaliye, 2-Ağın, 3-Keban, 4-Çemişgezek, 5-Pertek, 6-Aydıncık, 7 ve 8-Akpazar, 9-Güzelyalı, 10-Koçkale, 11-Aşağıçime, 12-Aşağıbağ, 13-Uzunova 14-Yolüstü, 15-Örencik, 16-Yurtbaşı)

Figure 1. The fisheries field of fisheries cooperatives in Keban Dam Lake (Google, 2016; Regions: 1-Kemaliye, 2-Ağın, 3-Keban, 4-Çemişgezek, 5-Pertek, 6-Aydıncık, 7 ve 8-Akpazar, 9-Güzelyalı, 10-Koçkale, 11-Aşağıçime, 12-Aşağıbağ, 13-Uzunova 14-Yolüstü, 15-Örencik, 16-Yurtbaşı)

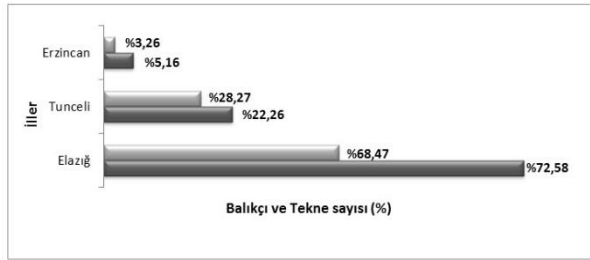
BULGULAR

Su Ürünleri Avcılığı

Keban Baraj Gölü'nde bulunan su ürünleri kooperatiflerinden; 2 adet Erzincan il sınırlarında, 2 adet Tunceli il sınırlarında ve 11 adet Elazığ ilinde olmak üzere 15 adet kooperatif mevcuttur. Toplam alan 52.180 hektar olup 310 balıkçı ve 184 tekne ile avcılık yapmaktadırlar (Tablo 1). Toplam balıkçı sayısının Elazığ ili %72,58'ini, Tunceli ili %22,26'ını, Erzincan ili %5,16'ını oluşturmaktadır. Toplam tekne sayısının Elazığ ili %68,47'ini, Tunceli ili %28,27'ini, Erzincan ili %3,26'ını oluşturduğu belirlendi (Şekil 2).

Tablo 1. Balıkçı ve tekne sayısının kooperatiflere göre dağılımı**Table 1.** According to cooperative distribution of number fisherman and boat

İl	Kooperatif Adı	Parsel No	Parsel Alanı (Hektar)	Balıkçı Sayısı	Tekne Sayısı
Erzincan	Kemaliye Koop.	1	2.000	16	6
Tunceli	Çemişgezek Koop.	4	9.550	43	31
	Pertek Koop.	5	6.500	14	13
	Akpazar Koop.	7-8	3.600	12	8
Elazığ	Ağın Koop.	2	4.700	15	13
	Keban Koop.	3	5.000	19	12
	Aydıncık Koop.	6	7.200	32	22
	Güzelyalı Koop.	9	2.600	13	9
	Koçkale Koop.	10	2.000	16	4
	Aşağııçme Koop.	11	2.380	15	8
	Aşağıbağ Koop.	12	1.000	15	3
	Uzunova Koop.	13	150	16	15
	Yolüstü Koop.	14	900	15	4
	Örencik Koop.	15	1.900	45	31
	Yurtbaşı Koop.	16	2.700	24	5
TOPLAM		16	52.180	310	184

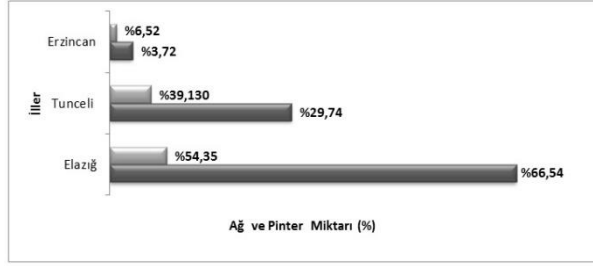
**Şekil 2.** Balıkçı ve tekne sayısının illere göre yüzdesel dağılımı**Figure 2.** According to provinces percental distribution of number of fisherman and boat

Keban Baraj Gölü'nde bulunan su ürünleri kooperatiflerinin avcılık faaliyetlerinde kullanılan fanyalı ağ 110.000 m, sade ağ 159.000 m olmak üzere toplam ağ uzunluğunun 269.000 m ve kerevit pinter sayısının 46.000 adet olduğu tespit edildi (Tablo 2).

Toplam ağ uzunluğunu Elazığ ili %66,54'ünü, Tunceli ili %29,74'ünü ve Erzincan ili %3,72'sini oluşturduğu belirlendi. Ayrıca Elazığ ili'nin 25.000 adet, Tunceli ili'nin 18.000 adet ve Erzincan ili'nin 3.000 adet pinter ağları kullandıkları tespit edildi (Şekil 3).

Tablo 2. Ağ miktarlarının kooperatiflere göre dağılımı**Table 2.** According to cooperatives distribution of nets quantity

İl	Kooperatif Adı	Fanyalı Ağ(m)	Sade Ağ(m)	Pinter(Adet)
Erzincan	Kemaliye	5.000	5.000	3.000
Tunceli	Çemişgezek	30.000	20.000	18.000
	Pertek	10.000	10.000	
	Akpazar	5.000	5.000	
Elazığ	Ağın	5.000	15.000	17.000
	Keban	5.000	15.000	8.000
	Aydıncık	10.000	30.000	
	Güzelyalı	5.000	10.000	
	Koçkale	2.000	2.000	
	Aşağııçme	5.000	10.000	
	Aşağıbağ	2.000	3.000	
	Uzunova	5.000	10.000	
	Yolüstü	3.000	5.000	
	Örencik	10.000	15.000	
	Yurtbaşı	8.000	4.000	
TOPLAM	15	110.000	159.000	46.000

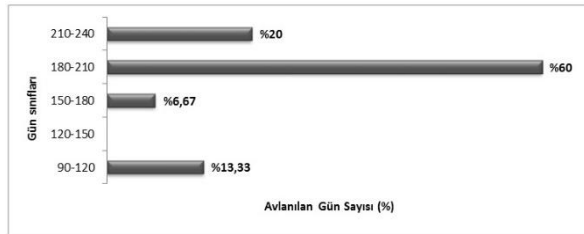


Şekil 3. Ağ miktarlarının illere göre yüzdesel dağılımı
Figure 3. According to province percental distribution of net quantity

Keban Baraj Gölü'nde avcılık faaliyetlerinde bulunan kooperatifler tarafından avcılığa çıkılan gün sayısının 90-240 gün arasında olduğu, avcılığın su ürünleri av yasağı olan Nisan, Mayıs, Haziran aylarının dışında yapıldığı tespit edildi (Tablo 3). Su Ürünleri Kooperatiflerinin %60'nın 180-210 gün, %20'nin 210-240 gün, %13,33'nün 90-120 gün ve %6,67'nin ise 150-180 gün olarak su ürünleri avcılık faaliyetlerinde bulundukları belirlendi (Şekil 4).

Tablo 3. Avlanan gün sayısının kooperatiflere göre dağılımı
Table 3. According to cooperative distribution of number of day fish catching

İl	Kooperatif Adı	Balıkçı Sayısı	Tekne Sayısı	Avlanan Gün Sayısı				
				90-120	120-150	150-180	180-210	210-240
Erzincan	Kemaliye	16	6					x
Tunceli	Çemişgezek	43	31					x
	Pertek	14	13				x	
	Akpazar	12	8	x				
Elazığ	Ağın	15	13				x	
	Keban	19	12				x	
	Aydıncık	32	22					x
	Güzelyalı	13	9				x	
	Koçkale	16	4				x	
	Aşağııçme	15	8				x	
	Aşağıbağ	15	3				x	
	Uzunova	16	15				x	
	Yolüstü	15	4			x		
	Örencik	45	31	x				
	Yurtbaşı	24	5				x	
TOPLAM		310	184	2	-	1	9	3

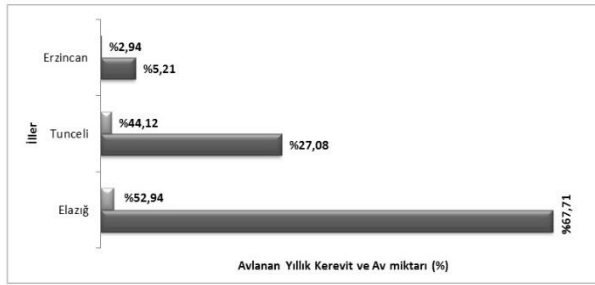


Şekil 4. Keban Baraj Gölü'nde avlanan gün sayısının yüzdesel dağılımı
Figure 4. The percental distribution of days fish caught in the Keban Dam Lake

Keban Baraj Gölü'nde 184 balıkçı teknesinin 28 adetinin kerevit avcılığında da kullanıldığı tespit edildi. Kerevit avcılığında kullanılan tekneler Tablo'da parantez içerisinde belirtildi. Yıllık avlanan balık miktarı 480 ton/yıl ve kerevit miktarı 17 ton/yıl olarak hesap edildi. (Tablo 4). Yıllık av miktarını Elazığ ili %67,71'ini, Tunceli ili %27,08'ini ve Erzincan ili %5,21'ini oluşturduğu belirlendi. Elazığ ili'nin 9 ton, Tunceli ili'nin 7,5 ton ve Erzincan ili'nin 500 kg kerevit avladıkları tespit edildi (Şekil 5).

Tablo 4. Yıllık av miktarlarının kooperatiflere göre dağılımı
Table 4. According to cooperative distribution of annual captured quantity

İl	Kooperatif Adı	Av Tekne Sayısı	Yıllık Av Miktarı (Ton/Yıl)	Yıllık Kerevit Miktarı (Ton/Yıl)
Erzincan	Kemaliye	6 (1)	25	0,5
Tunceli	Çemişgezek	31 (10)	85	7,5
	Pertek	13	35	
	Akpazar	8	10	
Elazığ	Ağın	13 (12)	65	5
	Keban	12 (5)	60	4
	Aydıncık	22	50	
	Güzelyalı	9	25	
	Koçkale	4	15	
	Aşağıiçme	8	28	
	Aşağıbağ	3	12	
	Uzunova	15	20	
	Yolüstü	4	10	
	Örencik	31	25	
	Yurtbaşı	5	15	
TOPLAM		184 (28)	480	17



Şekil 5. Yıllık av miktarlarının illere göre yüzdesel dağılımı

Figure 5. According to province percental distribution of annual catching quantity

Günlük avlanan su ürünleri miktarı 2.845 kg/tekne olarak tespit edildi (Tablo 5). Günlük avlanan av miktarını Elazığ ili %69,77'ini (126 adet tekne), Tunceli ili %26,01'ini (52 adet tekne ile) ve Erzincan ili %4,22'sini (6 adet tekne ile) oluşturduğu belirlendi (Şekil 6).

Tablo 5. Günlük av miktarlarının kooperatiflere göre dağılımı
Table 5. According to cooperative distribution of daily captured quantity

İl	Kooperatif Adı	Günlük Av Miktarı (Kg/Tekne)
Erzincan	Kemaliye Koop.	120
Tunceli	Çemişgezek Koop	465
	Pertek Koop.	195
	Akpazar Koop.	80
Elazığ	Ağın Koop.	325
	Keban Koop.	300
	Aydıncık Koop.	330
	Güzelyalı Koop.	135
	KoçkaleKoop.	80
	AşağıiçmeKoop.	160
	AşağıbağKoop.	60
	UzunovaKoop.	150
	YolüstüKoop.	60
	Örencik Koop.	310
	YurtbaşıKoop.	75
TOPLAM		2.845



Şekil 6. Günlük av miktarlarının illere göre yüzdesel dağılımı

Figure 6. According to province percental distribution of daily catching quantity

Balıkçı Sorunları

Su Ürünleri Kooperatiflerine üye balıkçılar ve kooperatif başkanları ile yapılan görüşmelerde; balıkçılıkta karşılaştıkları sorunların neler olduğu yönündeki sorulara; pazarlamada karar verme yetkisinin komisyoncularda olması (n=81), aşırı ve bilinçsiz avlanma nedeniyle balık stoklarının azalması (n=78), balıkçıların birlikte hareket edememesi (n=72), kooperatiflerin etkin olmayışı (n=70), fiyatların istikrarsız olması (n=64), su ürünleri sanayinin yetersiz olması (n=61) gibi cevaplar alındı (Tablo 6).

Tablo 6. Balıkçılık sektörüne ilişkin sorunlar

Table 6. Problems related to the fisheries sector

Balıkçılık sektörüne ilişkin illeri sürülen sorunlar	Balıkçı sayısı (n)
1 Pazarlama (karar verme yetkisinin komisyoncularda olması)	81
2 Aşırı ve bilinçsiz avlanma nedeniyle balık stoklarının azalması	78
3 Balıkçıların örgütlenememesi	72
4 Kooperatiflerin etkin olmayışı	70
5 Fiyatların istikrarsız olması	64
6 Su ürünleri sanayinin yetersiz olması	61
7 Balık tüketimin az olması	56
8 Balık çiftlikleri (Alabalık tesisleri)	53
9 Göllerdeki Kirlenme ve Kıyılardaki Yapılaşma	45
10 Yetersiz Balıkçılık Politikası	43
11 Avlama sezonunun kısa olması	43
12 Av araç ve gereç fiyatlarının pahalı olması	40
13 Göl suyunun çekilmesi veya yükselmesi	40
14 Sosyal güvence (Sigorta)	35
15 Kira bedellerinin yüksek olması	35
16 Akaryakıt ve Ağ desteğinin olmaması	32
17 Zemin yapısının ağaçlık olması	28
18 Taban yapısının dolması	26
19 Eğitim seminerlerinin verilmemesi	20
21 Yemleme ile avcılık	18
22 Kooperatif birliklerinin kurulmaması	15

Avlanan av miktarında ve su ürünleri türlerinde azalma olacağını düşünen balıkçılara azalmanın nedenleri sorulmuş ve alınan cevapları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Av miktarı ve su ürünleri türlerinde azalma beklenmesinin nedenleri

Table 7. The reasons of the reduction expected in aquaculture species and fish quantity

Su ürünlerinin azalma nedenleri	Balıkçı sayısı (n)
1 Kaçak avcılık (Kooperatiflere Üye Olmayan Balıkçılar)	73
2 Yasak Avcılık (Av Zaman Yasakları)	52
3 Bilinçsiz avlanma (Ağ göz genişlikleri, Asgari boy uzunlukları)	51
4 Aşırı avlanma (Günlük Avlanan Miktar)	47
5 Yemleme ile avcılık	42
6 Göl tabanının çakıl ve mil ile dolması	40
7 Balık saklanma yerlerinin olmaması	35
8 Barajların etkisi (Balık geçitleri)	32
9 İklim Değişikliği	30
10 Su kirliliği	25
11 Alabalık, kerevit ve inci balıkların balık yumurtalarını yemesi	14
12 Balık yetiştirme tesisleri (Alabalık tesisleri)	12

Av miktarı ve su ürünleri türlerinde azalma beklenmesinin nedenleri olarak; kooperatiflere üye olmayan balıkçılar tarafından yapılan kaçak avcılık, (n=73), ağ göz genişlikleri, asgari boy uzunlukları dikkate alınmadan yapılan bilinçsiz avlanma (n=52), günlük avlanan miktar olarak aşırı avlanma (n=51), yemleme ile avcılık (n=47) gibi cevaplar verildi (Tablo 7).

Çözüm Önerileri

Balıkçılara ait sorunlar belirlendikten sonra yapılabilecek düzenlemeler ile ilgili balıkçılara fikirleri sorulmuş ve Tablo 8'de alınan cevaplar sıralanmıştır.

Tablo 8. Balıkçılık sektöründe yapılacak çözüm önerileri
Table 8. The solution proposals in the fishery sector

Çözüm önerileri	Balıkçı sayısı (n)
1 Stoklara zarar veren av yöntemlerinin yasaklanması	65
2 Kaçak avcılığın önlenmesi	60
3 Balıkçılıkta sosyal güvenliğin yaygınlaştırılması	58
4 Balık stokların belirlenmesi ve kira bedellerinin düşürülmesi	55
5 Avcılıkla ilgili eğitim faaliyetlerine önem verilmesi	53
6 Kooperatiflerin etkin duruma getirilmesi	50
7 Fiyat istikrarı sağlanması	50
8 Teşvik (düşük vergi, muafiyet, düşük faizli kredi vb.) uygulanması	43
9 Balıkçılık malzemelerinin (av araç ve gereç) alımında kolaylık sağlanması	40
10 Balıkçı barınakları ve çekek yerlerinin kurulması ve modernizasyonu	34
11 Tanıtım-reklam vasıtasıyla balık tüketiminin özendirilmesi	32
12 Balıkçı sayısının stoklara uygun şekilde azaltılması	23
13 Balık işleme sanayinin geliştirilmesi	16
14 Göl kirliliğinin önlenmesi	15

Tablo 8'e göre; Balıkçılar tarafından, stoklara zarar veren av yöntemlerinin yasaklanması (n=65), Kaçak avcılığın önlenmesi (n= 60), Balıkçılıkta sosyal güvenliğin

yaygınlaştırılması (n=58), Balık stokların belirlenmesi ve kira bedellerinin düşürülmesi (n= 55), kooperatiflerin etkin duruma getirilmesi (n=50), fiyat istikrarı sağlanması (n=50) gibi çözüm önerileri sunuldu.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sağlam (1994)'de, Keban Baraj Gölü'nde 1990-1991 yılları arasında yaptığı araştırmada, 330 balıkçı ve 188 tekne tespit etmiştir. Daha sonra 1994'de avcılık yapan 430 balıkçının olduğu bildirilmiştir (Anonim, 1994). Celayir vd. (2006), 2003-2004 yılları arasında 306 balıkçı, 217 motorlu tekne tespit etmişlerdir. Bu çalışmada 2013-2014 yılları arasında 310 adet balıkçı, 184 adet tekne tespit edildi. Elde edilen bu verilere göre 90'lı yıllardan günümüze kadar balıkçı sayısında azalma görülmüş, tekne sayısında ise 2000'li yıllarda artış, günümüzde ise tekrar azalma olduğu belirlenmiştir. Balık stoklarının aşırı avcılıktan dolayı gittikçe azalması geçim kaynağı balıkçılık olan balıkçı ve tekne sayısındaki azalmalara neden olduğu söylenebilir.

Celayir vd. (2006), 1982 yılında Keban Baraj Gölü'nde 50.000 m uzatma ağı kullanıldığını, 2003-2004 yılları arasında 519.000 m ağ ve 40.000 adet kerevit pinteri kullanıldığını belirlemişlerdir. Dartay ve Duman (2007), 2003-2004 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü Çemişgezek Bölgesinde (4.Bölge) kullanılan av araçlarının yapısını inceledikleri çalışmalarında, 62.900 m uzunluğunda sade ağ, 1300 m uzunluğunda fanyalı ağ ve 300 adet kerevit pinteri tespit etmişlerdir. Dartay vd. (2010), 2008 - 2009 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü Pertek Bölgesi'nde kullanılan balık yakalama aletlerinden toplam

123.400 m uzunluğunda uzatma ağı incelenmiş olup bunun 69.900 m'si multifilament ağ (galsama ağı+fanyalı ağ), 53.500 m'sinin ise monofilament uzatma ağlarından oluştuğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada 2013- 2014 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü su ürünleri avcılığında, 159.000 m sade ağ, 110.000 m fanyalı ağ, 46.000 adet kerevit pinteri, bu pinterlerin 18.000 adet Çemişgezek Bölgesine ait olduğu tespit edildi. Elde edilen bu verilere göre; uzatma ağ miktarlarındaki azalmanın, kerevit pinterleri miktarındaki artışın görüldüğü; göldeki balık miktarının azaldığını ve bu nedenle kerevit avcılığına yönelme olduğunu göstermektedir.

Celayir vd. (2006), 2003-2004 yılları arasında avcılık verimini 825 ton/yıl olarak tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise 2013-2014 yılı 480 ton/yıl olarak belirlendi. Bu sonuca göre 10 yıl sonra stoklarda yaklaşık olarak yarı yarıya bir azalma olduğu söylenebilir.

Keban Baraj Gölü'nde balıkçıların karşılaştıkları en büyük sorunlardan biri, balığın pazarlanması sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Sabit olmayan balık satış fiyatları balıkçıları oldukça sıkıntıya düşürmektedir. Balık fiyatları hava şartlarına, avlanma miktarına, avlanan balığın büyüklüğüne ve türüne

bağlı olarak bugün farklı, ertesi gün farklı fiyat değişikliğine uğramaktadır. Balık fiyatlarındaki bu iniş çıkış nedeni ile avlanan balığın pazarlanma stratejisi değişiklik göstermektedir. Ancak balık fiyatlarının serbest piyasada oluşan fiyatlara göre çok düşük olması ve tüketicinin ödediği fiyat ile balıkçıların eline geçen fiyat arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Av sezonu boyunca üretici avladıkları balıkları, borç aldığı kabzımala satmak zorundadır. Durum böyle olunca, fiyatlandırma tek taraflı olarak piyasanın koşullarına göre kabzımal/komisyoncu tarafından tek taraflı olarak yapılmaktadır. Bir av sezonu boyunca kabzımala teslim edilen balıklar resmiyeti olmayan bir deftere işlenir. Av sezonu sonucunda komisyoncu aracılığı ile pazarlanan ürünlerin toplam bedeli hesap edilir. Bu bedelden masraflar düşülür, kalan bakiye avcıya ödenmektedir.

Balıkçılık sorunları ile ilgili denizlerde yapılan diğer çalışmalarda, sorun olarak; kaçak avcılık, kooperatiflere az sayıdaki ortağıyla ve balıkçıların kooperatiflere üyelikte isteksiz oluşları, tam zamanlı çalışan balıkçı ve tekne sayısının azlığı, balığı bireysel pazarlamaları, liman kiralamadaki başarısızlıkları, soğuk hava deposu, tekne ve ağı bakım onarım yerlerinin bulunmaması, elde ettikleri ürün miktarının göreceli azlığı gibi pek çok nedenle ülke balıkçılığının çok fazla kalkınamadıklarını ifade etmişlerdir (Akyol ve Ceyhan, 2007; Şahinler vd., 2005).

KAYNAKÇA

- Anonim (1994). *Limnology Report of Keban Dam Lake. Ministry of Public Works and Settlement. State Water Works General Manager IX. District offices. Fisheries Chief Engineer, Elazığ.*
- Akyol, O. & Ceyhan, T. (2007). An investigation on the coastal fisheries and their problems in Datça-Bozburun Peninsula (Aegean Sea). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24(1-2): 121-126.
- Celayir, Y., Pala, M. & Yüksel, F. (2006). *Fisheries in Keban Dam Lake. State Water Works General Manager IX. district offices. Fisheries Chief Engineer, Elazığ.*
- Dartay, M. & Duman, E. (2007). Fishing Gears Using in Çemişgezek Region of Keban Dam Lake. *Firat Journal of Science and Engineering*, 19 (4): 473-479.
- Dartay, M., Duman, E. & Ateşşahin, T. (2010). The Fishing Productivity with Gillnets in Pertek Region of Keban Dam Lake. *Journal of Fisheries Sciences. com*, 4(4): 384-390.
- Karakaş, H.H. & Türkoğlu, H. (2005). The Situation of Fishery at Turkey and the World. *Harran Journal of Agriculture*, 9(3):21-28.
- Pala, M. & Mengi, T. (2004). The Situation of Fisheries in Ova Region of Keban Dam Lake. *Firat Journal of Science and Engineering*, 16(4): 668-678.
- Sağlam, N. (1994). Investigation of Regarding Fisheries Economics of the Keban Dam Lake. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(41): 57-65.
- Seçer, S., Korkmaz, A.Ş., Dinçer, C., Atar, H.H., Seçer, F.S. & Keskin, E. (2010). Sustainable Fisheries in Turkey. Union of Chambers of Turkish Engineers and Architects (TMMOB) of Turkey. VII. Technical Congress, Ankara, Turkey. Vol.2:789-807.
- Şahinler, S., Can, M.F., Görgülü, Ö. & İğne, K. D. (2005). An Investigation on the Current Status, Problem and Proposes for the Solution of Samandağ Fishery. *Firat Journal of Science and Engineering*, 17, 605-611.
- Google. (2016). [Google Maps, fisheriesregionsfrom Keban Dam Lake, Turkey to Elazığ]. Retrieved April10, 2016, from <https://goo.gl/maps>.

Yapılan bu çalışmada, Keban baraj gölü bölge balıkçısının sorunları dikkate alındığında ise; pazarlama güçlüklerinin yanı sıra, kooperatiflerin etkin olmayışı, kira bedellerinin yüksek olması gibi sorunlar, yukarıdaki çalışmalarla ortak sorunlar olarak tespit edildi.

Anket sonuçlarına göre, 2013-2014 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü'nde yapılan su ürünleri avcılığında avlanan yıllık toplam balık miktarının 480 ton/yıl ve kerevit miktarının 17 ton/yıl olduğu belirlendi. Keban Baraj Gölü'nde avcılık veriminin giderek azalması stoklardaki balık miktarının azaldığının bir göstergesidir. Avlak sahası 16 adet iken 7 ve 8. avlak birleştirilerek 15 kooperatif şeklinde avcılık yapılması da bunun bir kanıtıdır. Bu çalışmayla, balık avcılık aletlerinin sayısında düşüş, pinter sayısında artış olduğu belirlenmiştir. Balık avcılığının kerevit avcılığı yönüne kaydığı görülmektedir. Balıkçıların karşılaştıkları en büyük sorunlardan bir tanesi balığın pazarlanması sorunudur. Bu sorunun pazarlama kanalı güçlendirilerek aşılabacağı düşünülmektedir. Balıkçı sorunlarından bir diğeri ise balık stoklarının azalmasıdır. Bu soruna karşı balıkçıların önerdiği çözümler; her türlü yasadışı avcılık kontrol altına alınmalı, devletin denetim mekanizmasının güçlü bir şekilde işletilmesi ile olabileceği şeklinde önemsenmektedir.

SHORT COMMUNICATION

KISA ARAŞTIRMA

A short-term study on the phytoplanktonic and epilithic algae of Arda River (Edirne, Turkey)

Arda Nehri (Edirne, Türkiye) fitoplanktonik ve epilitik algleri üzerine kısa dönem bir çalışma

Burak Öterler

Trakya University, Faculty of Sciences, Biology Department, 22030 Edirne, Turkey
burakoterler@trakya.edu.tr

Received date: 05.04.2016

Accepted date: 23.06.2016

How to cite this paper:

Öterler, B. (2016). A short-term study on the phytoplanktonic and epilithic algae of Arda River (Edirne, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3): 299-306. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.3.16

Abstract: Arda River, being one of the biggest tributaries of Meriç River passes through Bulgaria, Greece and merges to the Meriç River in Edirne provincial borders. Only 500 meter of the river is inside Turkey borders and sampling station selected this area. In this study, the species structure and quantitative development of the summer phytoplankton and epilithic algae were examined in 2011. A total of 57 species was found, belonging to 4 divisions: Bacillariophyta 31 taxa, Chlorophyta 18 taxa, Euglenophyta 5 taxa and Cyanophyta 3 taxa. The most common taxa in the phytoplankton were *Pediastrum* sp., *Cyclotella meneghiniana* and *Cymatopleura* sp. while *Cymatopleura* sp., *Fragilaria* sp. and *Pinnularia* sp. were the most common in the epilithic. Canonical correspondence analyses have been applied to clarify relationships between environmental variables and planktonic and benthic algae. The results of the CCA showed differing relationships between the environmental variables and the phytoplanktonic and epilithic taxa.

Keywords: Phytoplankton, epilithic algae, Turkey, Arda River

Öz: Tunca ve Ergene Nehirleriyle beraber Meriç Nehri'nin en büyük kollarından biri olan Arda Nehri, Bulgaristan'da doğar ve Edirne il merkezi sınırları içinde Meriç Nehri ile birleşir. Nehrin Türkiye sınırları içinde kalan kısmı ise sadece 500 metredir ve örnekleme istasyonu bu bölgeden seçilmiştir. Bu çalışma ile Arda Nehri'nin yaz aylarındaki planktonik ve bentik alg türlerinin kompozisyonunu ve nicel gelişimi belirlemek amacıyla 2011 yılında yapılmıştır. Çalışma sonunda Bacillariophyta'ya ait 31 taxa, Chlorophyta'ya ait 18 taxa, Euglenophyta'ya ait 5 taxa ve Cyanophyta'ya ait 3 taxa olmak üzere 4 divisiyoya ait toplam 57 tür tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda planktonik olarak *Pediastrum* sp., *Cyclotella meneghiniana* ve *Cymatopleura* sp., epilitik olarak ise *Cymatopleura* sp., *Fragilaria* sp. ve *Pinnularia* sp. türleri nehrin hakim organizmaları olmuştur. Canonical Correspondance analizi sonuçlarına göre çevresel değişkenler ile planktonik ve bentik algler arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Fitoplankton, epilitik algler, Türkiye, Arda Nehri

INTRODUCTION

Traditionally, phytoplankton and benthic algae are analysed and discussed separately, with different relationships between these and the environmental variables assumed, due to their different ecology. The methods adopted for the analysis of the two algal communities are different, being based mainly on total biovolume for phytoplankton and on number of individuals for benthic algae (Tolotti, 2001). Algal communities of river systems consist not only of suspended algae, but also a diverse benthic assemblage of macrophytic forms, smaller epilithic species, epiphytes, and sediment-dwelling forms (Reynolds, 1996). The phytoplankton and epilithic algae (attached to stones) plays a major role in gross production in the aquatic ecosystems and are a food resource of invertebrates in particular in aquatic ecosystems. In aquatic

environments, algae are usually divided into different groups- phytoplankton, metaphyton and periphyton- according to their physical distribution (Wehr and Descy, 1998). The epilithic algae constitute the major part of the peri-phyton and their species composition usually differs strongly from that of the phytoplankton since it is dominated by species capable of attachment to the substrate. Like the phytoplankton, the epilithic community exhibits pronounced seasonality in response to changes in nutrients and temperature (Wehr and Sheath, 2003).

The principal aim of the present study is to continue, in a more comprehensive effort, the study of the species diversity, structure, distribution and quantitative development of the

phytoplankton and epilithic algae in Arda River and by this means to start a foundation for water-quality monitoring. In addition, no study has been done on algal population of the Greece and Turkey parts of the river. Although there exist many studies on rivers in Anatolian part of Turkey, European part is quite short of similar studies. Therefore, we think that the present study will contribute greatly to Turkish freshwater algal database.

MATERIALS AND METHODS

Site description

Arda River, being one of the biggest tributaries of Meriç River with Tunca and Ergene Rivers, rises from the Rodop Mountains in southern Bulgaria, passes through northeast of Greece and merges to the Meriç River in Edirne provincial borders. Arda River is 290 km long, of which 241 km section is inside Bulgaria and 49 km section is in Greece borders (Belkinova et al., 2007; Algin, 2013). Only 500 meter of the river is inside Turkey borders. In the study area was measured the width 40 m and the maximum depth 175 cm. Three dam lakes have been built along the river, one of which is Kurdzhali Reservoir as the 2nd biggest dam lake in Bulgaria, and water from these dams is used for drinking water supply, power generation and irrigation (Belkinova et al., 2007).

Collected algae, count and biovolume calculated

Planktonic algal samples were collected from the surface layer in Glass bottles (of 2 liter) and epilithic samples were collected stone and pebble from the bottom of, Arda River thrice on 27 May 2011, 20 June 2011 and 24 July 2011. The location of the sampling station was shown in Figure 1.

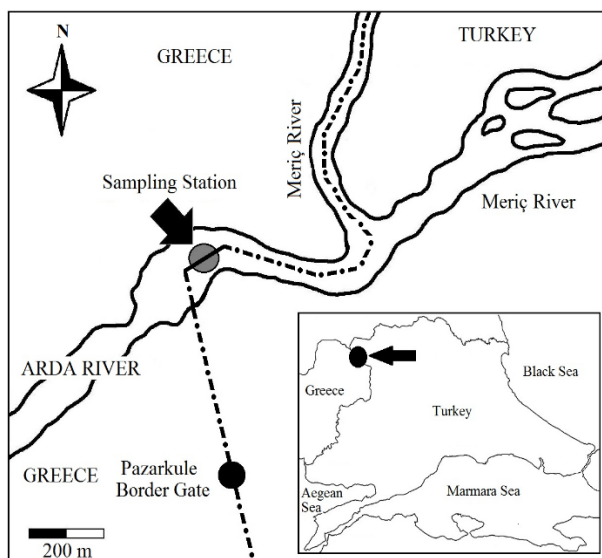


Figure 1. The location of Arda River and the sampling station at the Greece-Turkey Border

Sampled phytoplankton specimens were identified by investigation of temporary preparations. For this purpose, water samples were filtered from Whatman GF/A paper with the help of a water trompe and dissolved in 10% glycerol. An Utermohl counting chamber was used to calculate the organism number per liter. 25, 50 and 100 mL of sub-samples of water samples were prepared and settled according to Utermohl (1958) and then organism countings and calculations were made. Algae species were identified with a binocular microscope. Chlorophyll a analyses (ethanol was used as the solvent) have been carried out according to Nusch (1980).

In order to obtain epilithic samples, 10 stones of palm size with relatively smooth upper surface were collected and the algae on the upper surfaces of these stones were scraped with a brush in a plastic container containing 300 mL distilled water. The algae rinsed with water was transferred to proper volume bottles filled with Lugol solution containing 10 % glycerol added as a fixative and the bottles were taken to the laboratory with their lids tightly closed. The sampled surfaces of the collected stones were measured using a simple ruler and the surface area of the scratched regions was calculated. For organism countings and calculations, 1, 5 and 10 mL of sub-samples of water samples were prepared and settled according to Utermohl (1958).

Permanent slides were prepared for identifications of diatoms from the same sample after boiling in a 1:1 mixture of concentrated H_2SO_4 and HNO_3 . Slurries were rinsed several times in distilled water until neutral pH was reached. Slurries were dried overnight on coverslips and permanent slides for identification of diatoms were prepared using Naphrax high refractive index medium (Round, 1953). Phytoplankton and epilithic algal biovolume was estimated from abundance data and measurements of specific cell volume by approximating geometric shapes of the cells (Hillebrand et al., 1999; Sun and Liu, 2003). Dimensions of the least 25 individuals were measured, and the mean volume of each taxon was multiplied by the corresponding concentration to derive species-specific standing-crop volumes. Identifications were carried out at 1000x magnification under immersion oil and identification of taxa was done with the help of related literature (Husted, 1930; Pestalozzi, 1982; Round, 1953; Cleve-Euler, 1952; Patrick and Reimer, 1966; Prescott, 1973; Komarek and Fott, 1983; Krammer and Lange-Bertalot, 1991a; 1991b; 1999). Finally, all species were checked in algaebase (Guiry et al., 2010).

Water analyses

A Ruttner water sampler was used to obtain water samples below the surface of the water body in order to determine some physico-chemical properties of the river. Water temperature, pH, dissolved oxygen and specific conductivity values were measured on site using field type equipments (Lovibond Sensodirent model portable probes), NO_3-N , NO_2-N , Soluble Reactive Phosphorus (SRP) and Total suspended solids (TSS) were measured in laboratory in accordance with APHA-AWWA-WPCF methods (APHA, 2012). The quality level of the water

was determined according to Turkish Surface Water Quality Management Framework (YSKYY, 2015).

Statistical analyses

Multivariate analyses were used to identify environmental parameters that were most strongly associated with each other and to define associations between environmental factors and algal species.

The Canonical Correspondence Analysis (CCA) (ter Braak, 1986) was performed with XLSTAT-ADA statistical package in

order to determine the relative importance of environmental variables on algal species (Addinsoft, 2015).

RESULTS AND DISCUSSION

The 46 phytoplanktonic taxa in the river was represented with Bacillariophyta (21 taxa), Chlorophyta (18 taxa), Euglenophyta (5 taxa) and Cyanophyta (2 taxa) and the 33 epilithic taxa in the river was represented with Bacillariophyta (23 taxa), Chlorophyta (9 taxa) and Cyanophyta (1 taxon) (Table 1).

Table 1. Algal composition of the Arda River May, June and July 2011

	PLANKTONIC			EPILITHIC		
	May	June	July	May	June	July
CYANOPHYTA						
<i>Anabaena flosaquae</i> West 1907				■	■	
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz. 1846		■	■			
<i>Oscillatoria limosa</i> Agardh 1892	■	■	■			
EUGLENOPHYTA						
<i>Euglena acus</i> (Müller) Ehren.	■	■	■			
<i>Euglena polymorpha</i> Dangeard	■	■	■			
<i>Phacus longicauda</i> (Ehren.) Dujardin			■			
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	■		■			
<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehren.) Ehren.		■	■			
CHLOROPHYTA						
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	■			■		
<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lag.) Tsarenko	■	■	■	■	■	■
<i>Chlorella</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	■	■	■	■	■	■
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) Kuntze	■	■	■			
<i>Desmodesmus spinosus</i> (Chod.) Hegewald		■	■			
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	■	■	■			
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder		■	■			
<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda	■	■	■			
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thu.) Kom.-Leg.	■	■	■	■	■	■
<i>Oocystis</i> sp.	■	■	■		■	■
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Meneg.		■	■			
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	■	■	■			
<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ehr.) Chodat		■	■			■
<i>Scenedesmus communis</i> Hegewald	■	■	■			
<i>Tetraedron minimum</i> (Braun) Hans.	■	■	■	■	■	■
<i>Tetradasmus obliquus</i> (Turp.) Wynne	■	■	■	■	■	■
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schr.) Lemm.	■	■				
BACILLARIOPHYTA						
<i>Amphora ovalis</i> Kütz.					■	■
<i>Asterionella formosa</i> Hassall		■				
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simon.		■	■			

<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg				■	■	■
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	■	■	■	■	■	■
<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) Smith	■	■	■	■	■	■
<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) Smith	■	■	■	■	■	■
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh					■	■
<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) van Heurck				■	■	■
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	■	■	■	■	■	■
<i>Fragilaria acus</i> Kütz. L-Bertalot	■	■	■	■	■	■
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	■	■		■		
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitz.) L-Bertalot	■	■	■	■	■	■
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs				■		■
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg		■	■		■	■
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Horn.) Bréb.	■	■	■			
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehren.) Grun.			■	■	■	■
<i>Melosira varians</i> Agardh	■	■	■			
<i>Navicula capitata</i> Ehren.				■	■	■
<i>Navicula radiosa</i> Kützing				■	■	■
<i>Navicula</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Kütz.	■	■		■	■	■
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) Smith	■	■	■		■	■
<i>Nitzschia balcanica</i> Hustedt		■				
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) Smith	■	■	■	■	■	■
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) Smith					■	■
<i>Nitzschia</i> sp.	■	■	■	■	■	■
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kütz.) Raben.			■	■		
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehren.		■	■		■	■
<i>Surirella elegans</i> Ehren.				■	■	■
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kütz.				■		

In May, total of 32 species were determined in plankton. Although there was no significant dominance in calculated relative biovolumes of species defined in plankton (2.05-8.12%), *Euglena polymorpha* (8.12%), *Pediastrum duplex* (7.54%), *Cyclotella meneghiniana* (5.96%) and *Tetrademus obliquus* (4.85%) species were determined as organisms having the highest relative biovolumes in May. The epilithic fauna in May was found to be represented with 28 species. 21.4 % of the biovolume in the benthic region was *Anabaena flosaquae*, 16.44 % was *Cyclotella meneghiniana*, 14.15 % was *Cymatopleura* spp. 10.92 % was *Hantzschia amphioxys* and 9.37 % was *Pinnularia viridis* in May, all which were the dominant organisms of the study field.

In June, 41 species were determined as planktonic. In river plankton from diatoms, *Cyclotella meneghiniana* (18.72%), *Melosira varians* (14.48%), *Fragilaria crotonensis* (12.65%) and *Cymatopleura elliptica* (12.18%), and from green algae *Pediastrum* (18.22%) species increased their relative biovolumes in this month. Increase of *Pediastrum* species and

Monactinus simplex in the summer months in Bulgaria part of the river has been determined by Belkinova et al. (2007). The epilithic algae in June was represented with 29 species and after the counts and the calculations, *Fragilaria* spp. (highest) (16.25%), *Cymatopleura* spp. (14.82%), *Cocconeis placentula* (12.41%), *Pinnularia viridis* (10.21%) and *Amphora ovalis* (7.55%) were determined to have the highest relative biovolumes, respectively. Similar species were also determined by Belkinova et al. (2007).

In July, 40 phytoplanktonic species were determined. Especially with the increase of *Pediastrum duplex*, *Pediastrum* species (and *Monactinus simplex*) became the dominant organism with 24.15 %. After *Pediastrum*, from the diatoms, *Cyclotella meneghiniana* (14.25%), *Cymatopleura* spp. (13.17%) and *Fragilaria* spp. (especially *Fragilaria crotonensis* 8.65%) were the highest ones, respectively. For the epilithic algae, 31 species were determined as it was in June, and after the counts and the calculations, *Cymatopleura* spp. (highest) (16.85%), *Fragilaria* spp. (15.48%), *Pinnularia viridis* (13.18%)

and *Cocconeis placentula* (9.25%) were found to have the highest relative biovolumes, respectively.

Bacillariophyta was the dominant group of the river in phytoplankton with (606200 ind. l⁻¹) followed by Chlorophyta (224600 ind. l⁻¹), Cyanophyta (49400 ind. l⁻¹) and Euglenophyta (35800 ind. l⁻¹). Bacillariophyta was also dominant in the benthic zone with (3675 ind/cm²) followed by Chlorophyta and Cyanophyta with 1089 ind/cm² and 512 ind/cm², respectively. The relative biovolume values of the sampled phytoplanktonic taxa, and the relative biovolume values of the sampled epilithic taxa were given in Figures 2 and Figure 3.

In May, total of 32 species were determined in plankton. Although there was no significant dominance in calculated relative biovolumes of species defined in plankton (2.05-8.12%), *Euglena polymorpha* (8.12%), *Pediastrum duplex* (7.54%), *Cyclotella meneghiniana* (5.96%) and *Tetrademus obliquus* (4.85%) species were determined as organisms having the highest relative biovolumes in May. The epilithic fauna in May was found to be represented with 28 species. 21.4 % of the biovolume in the benthic region was *Anabaena flosaquae*, 16.44 % was *Cyclotella meneghiniana*, 14.15 % was *Cymatopleura spp.* 10.92 % was *Hantzschia amphioxys* and 9.37 % was *Pinnularia viridis* in May, all which were the dominant organisms of the study field.

In June, 41 species were determined as planktonic. In river plankton from diatoms, *Cyclotella meneghiniana* (18.72%), *Melosira varians* (14.48%), *Fragilaria crotonensis* (12.65%) and *Cymatopleura elliptica* (12.18%), and from green algae *Pediastrum* (18.22%) species increased their relative biovolumes in this month. Increase of *Pediastrum* species and *Monactinus simplex* in the summer months in Bulgaria part of the river has been determined by Belkinova et. al (2007). The epilithic algae in June was represented with 29 species and after the counts and the calculations, *Fragilaria spp.* (highest) (16.25%), *Cymatopleura spp.* (14.82%), *Cocconeis placentula* (12.41%), *Pinnularia viridis* (10.21%) and *Amphora ovalis* (7.55%) were determined to have the highest relative biovolumes, respectively. Similar species were also determined by Belkinova et al. (2007).

In July, 40 phytoplanktonic species were determined. Especially with the increase of *Pediastrum duplex*, *Pediastrum* species (and *Monactinus simplex*) became the dominant organism with 24.15 %. After *Pediastrum*, from the diatoms, *Cyclotella meneghiniana* (14.25%), *Cymatopleura spp.* (13.17%) and *Fragilaria spp.* (especially *Fragilaria crotonensis* 8.65%) were the highest ones, respectively. For the epilithic algae, 31 species were determined as it was in June, and after the counts and the calculations, *Cymatopleura spp.* (highest) (16.85%), *Fragilaria spp.* (15.48%), *Pinnularia viridis* (13.18%) and *Cocconeis placentula* (9.25%) were found to have the highest relative biovolumes, respectively.

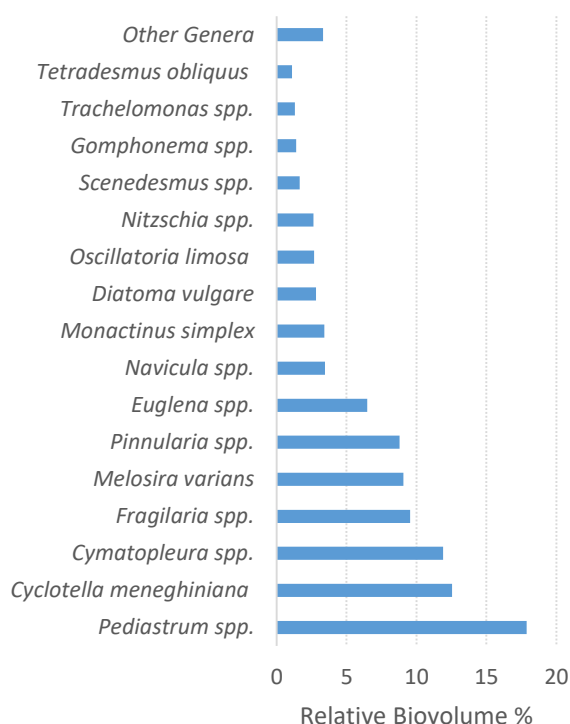


Figure 2. The relative biovolume values of phytoplanktonic taxa in Arda River

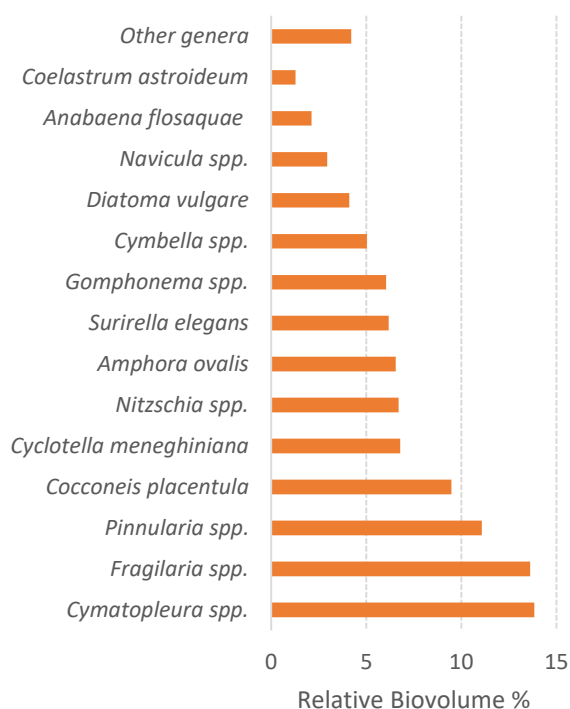


Figure 3. The relative biovolume values of epilithic taxa in Arda River

Bacillariophyta was the dominant group of the river in phytoplankton with (606200 ind. l⁻¹) followed by Chlorophyta (224600 ind. l⁻¹), Cyanophyta (49400 ind. l⁻¹) and Euglenophyta (35800 ind. l⁻¹). Bacillariophyta was also dominant in the benthic zone with (3675 ind/cm²) followed by Chlorophyta and Cyanophyta with 1089 ind/cm² and 512 ind/cm², respectively. The relative biovolume values of the sampled phytoplanktonic taxa, and the relative biovolume values of the sampled epilithic taxa were given in Figures 2 and Figure 3.

In terms of temperature, pH, SRP and TSS values, Arda River was confirmed to be first class water quality according to Surface Water Quality Management Framework Criteria

(YSKYY, 2015). When the classification was based on dissolved oxygen and nitrate nitrogen, the river was placed in second class. All pH data in Arda River was measured between 6.5-9.5 limit value which has been stated in TS 266 and European Communities drinking water directives (TS, 266, 2005; EC, 2007). Conductivity values in Arda River were measured as 1220, 1325 and 1350 mho cm⁻¹. The conductivity data determined in the river is lower than the limit values stated in the TS 266 and EC drinking water directives (2500 mho cm⁻¹) (TS, 266; EC, 2007). The mean values of physico-chemical analysis of the water samples were given in Table 2.

Table 2. Physical and water quality characteristics of the sampling dates of the station on Arda River

	May 2011	June 2011	July 2011
Temperature (°C)	14	22	26
Dissolved O ₂ (mg l ⁻¹)	6.3	4.5	5.1
Conductivity (mho cm ⁻¹)	1220	1350	1325
pH	8.65	8.51	8.92
N-NO ₂ ⁻ (mg l ⁻¹)	0.02	0.02	0.02
N-NO ₃ ⁻ (mg l ⁻¹)	7.1	9.7	10.5
SRP (mg l ⁻¹)	0.05	0.07	0.06
Chl <i>a</i> (µg l ⁻¹)	22.4	34.8	41.2
TSS (mg l ⁻¹)	187	293	447

It is well known that oxygen is consumed during decomposition of organic materials in waters and regain of the consumed oxygen is rather slow in surface waters (Reynolds and Descy, 1996), which a fact is naturally affecting organisms living here.

The CCA ordination showed the importance of different environmental variables in determination of both dominant planktonic and epilithic algal species. At the phytoplankton, the first two CCA axis had eigenvalues of 0.89 and 0.84 respectively. The first axis of the CCA explained 15.37% of the total variance in the phytoplankton taxa. The position of dominant species *Pediastrum* spp. and *Euglena* spp. were placed closed to chlorophyll and temperature, *Cyclotella meneghiniana* was placed closed to SRP, *Cymatopleura* spp. and *Fragilaria* spp. were closed to dissolved oxygen vector and *Melosira varians* was placed near to pH vector in the ordination diagram of CCA (Figure 4).

At the epilithic algae, the first two CCA axis had eigenvalues of 0.92 and 0.88 respectively. The first axis of the CCA explained 12.21% of the total variance in the epilithic taxa. The position of dominant species *Cymatopleura* spp. and *Fragilaria* spp. were closed to Dissolved oxygen, chlorophyll and pH, *Cyclotella meneghiniana* was placed closed to Temperature, *Pinnularia* spp. and *Amphora ovalis* were placed closed to temperature and SRP vector in the ordination diagram of CCA (Figure 5).

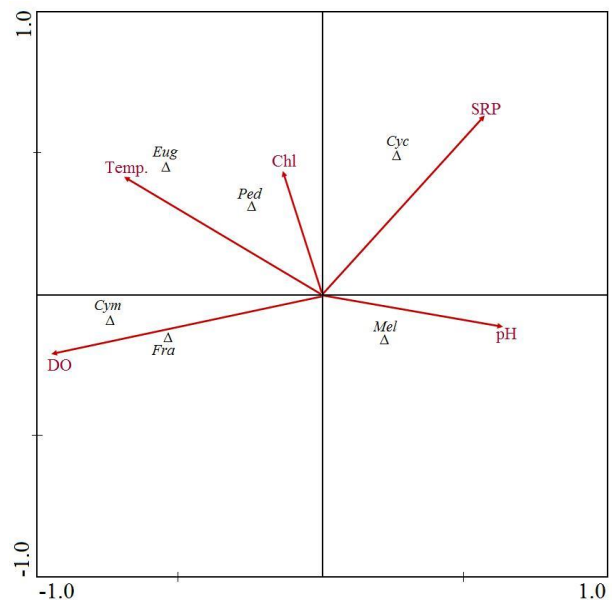


Figure 4. Biplot of first and second CCA axis for phytoplankton in Arda River. Environmental variables: Ped, *Pediastrum* spp.; Cym, *Cymatopleura* spp.; Cyc, *Cyclotella meneghiniana*; Eug, *Euglena* spp.; Fra, *Fragilaria* spp.; Mel, *Melosira varians*; Temp, Temperature; DO, Dissolved Oxygen; SRP, Soluble Reactive Phosphorus; Chl, Chlorophyll *a*

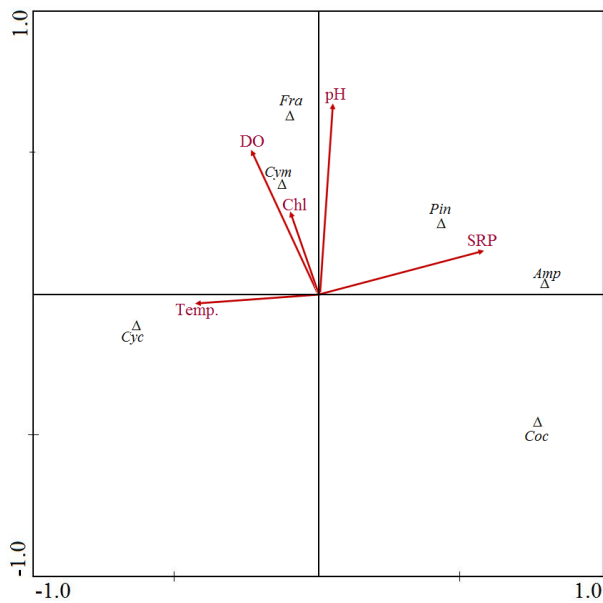


Figure 5. Biplot of first and second CCA axis for epilithic algae in Arda River. Environmental variables: Cym, Cymatopleura spp.; Fra, Fragilaria spp.; Pin, Pinnularia spp.; Amp, Amphora ovalis; Coc, Cocconeis placentula; Temp, Temperature; DO, Dissolved Oxygen; SRP, Soluble Reactive Phosphorus; Chl, Chlorophyll a

In the river, generally the highest biovolume was calculated in July compared to June and May, respectively. On the other hand June has the highest species richness, because the temperature is increasing in the summer and correspondingly evaporation and agricultural irrigation are increasing, the river water level decreased. In contrast, biovolume increases by algae condensation in the plankton. In epilithic algae species there is no obvious change, but the diatoms maintained to increase during summer months; green algae and blue-greens reached to their maximum in June but they declined in July.

In the study conducted by Traykov (2005), blue-greens were determined to be dominant especially in July. In our study *Microcystis aeruginosa* and *Anabaena flosaquae* species, probably their source is Kurdzhali Reservoir, was determined in the river plankton.

Except Ergene River, like all other rivers in the Meriç-Ergene Basin and most of other rivers in our country, Bacillariophyta is the dominant group in Arda River (Öterler et al., 2012, 2014) and *Cyclotella meneghiniana* is one of the dominant organisms. When water quality of Arda River is compared to the water quality criteria, it is seen that the quality is closer to 1st and 2nd class water quality (YSKYY, 2015). Among the algae determined in the river, species of Euglena, Navicula, Oscillatoria and Fragilaria were determined to have a higher tolerance level against pollution.

Bacillariophyta and Chlorophyta were found to be dominant over other divisions in many studies in other streams of Turkey. From the 62 taxa determined by Aygün (2000) in Seyhan River,

29 belonged to Chlorophyta and 15 belonged to Bacillariophyta. In the study of Soylu and Gönülol (2003), 47 taxa were, of which 31 belonged to Bacillariophyta, 4 belonged to Chlorophyta, reported to constitute Yeşilirmak River phytoplankton. Öterler et al. (2014) stated that 146 taxa constituted Tunca River phytoplankton, 81 of which belonged to Chlorophyta and 45 to Bacillariophyta. Varol and Şen (2014) reported that 390 taxa constituted Dicle River phytoplankton, 153 of which belonged to Bacillariophyta and 125 to Chlorophyta.

Although the planktonic species of *Pediastrum*, *Cyclotella*, *Cymatopleura*, *Fragilaria*, *Melosira*, *Pinnularia*, *Euglena*, *Navicula* and *Diatoma* were determined with high biovolume values in the river during the study periods, *Tabellaria fenestrata*, *Navicula capitata* and *Nitzschia palea*, although were abundant, were recorded with low biovolume values as a result of their small sizes. The epilithic *Cymatopleura*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Cocconeis*, *Amphora*, *Cyclotella*, *Gomphonema* and *Cymbella* were also determined in high numbers during the study period.

Pediastrum spp. (*Pediastrum boryanum*, *Pediastrum duplex* and *Monactinus simplex*) belonging to Chlorophyta were dominant organisms of the plankton in this study. *Pediastrum* species were reported to be more common in eutrophic waters than in oligotrophic waters (Hutchinson, 1967). On the other hand, these species are characteristic of mesotrophic lakes. The common presence of *Pediastrum* species and *Monactinus simplex* in our study area can be a result of presence of these taxa in the 4 dam lakes built along the river. In addition to the dominant presence of *Cyclotella* species in Arda River in terms of abundance and biovolume, it is known that in general they cause the blooms in river phytoplankton. (Descy et al., 1994; Mitrovic et al., 2008). *Cymatopleura* are generally benthic and many such species were found in the phytoplankton of Arda River. Mooney (1989) stated that *Cymatopleura* in particular is strongly benthic forms and that it is difficult to find them in phytoplankton due to their weight. However, it is normal to find benthic species also in phytoplankton due to river currents.

In conclusion, *Pediastrum* spp. (21.31%), *Cyclotella meneghiniana* (12.55%) and *Cymatopleura* spp. were the dominant taxa in phytoplankton and *Cymatopleura* spp. (13.84%), *Fragilaria* spp. (13.62%) and *Pinnularia* spp. (11.08%) were the dominant taxa in benthic of Arda River. Relationship between light and nutrients is also important for the growth of algae. Due to high transparency and bed of width in the Arda River, light did not limit the growth of photoautotrophs throughout the water column and river bed. In addition to, water temperature was the determinant for the summer months' variation of environmental and biological parameters. CCA indicated that planktonic species were good relationship physical, chemical, and biological parameters as a result of the summer periods. The algae flora of one of the largest rivers in Meriç-Ergene Basin was determined and the results are thought to contribute to determination of flora of the basin as a whole.

REFERENCES

- Addinsoft. (2015). XLSTAT, *Data analysis and statistics with MS Excel*. Addinsoft, NY, USA. xlstat available at <http://www.xlstat.com/en/home>.
- Algin, Y. (2013). *Meriç River early warning system (in Turkish)*. III. National Flood Symposium. 29-30 April 2013, İstanbul, Turkey.
- APHA. 2012. *Standard Methods for examination of water and wastewater*. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; APHA, AWWA, WEF, 1360 pp.
- Aygün, Ş. (2000). *Physical, chemical and criteria of plankton quality and seasonal changes in which part of inner lake of the Seyhan River (PhD Thesis)*, (in Turkish with English abstract). Çukurova University Institute of Science, Adana, pp84.
- Belkinova, D., Mladenov, R., Dimitrova-Dyulgerova, I., Cheshmedjiev, S. & Angelova I. (2007). Phytoplankton research in Kurdzhali Reservoir. *Phytologia Balcanica*, 13, 47-52.
- Cleve-Euler, A. (1952). *Die diatomen von schweden und finnland Stockholm*. Almquist und Wiksells Bactryckeri Ab. P. Stockholm, 1-153.
- Descy, J.-P., Reynolds, C.S. & Padisak, J. (1994). *Phytoplankton in turbid environments. rivers and shallow lakes. Developments in Hydrobiology, Vol. 100*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 214.
- EC (European Communities). (2007). "European Communities (drinking water) (no. 2)", Regulations 2007, S.I. No. 278 of 2007.
- Guiry, M.D., Rindi, F. & Guiry, G.M. (2010). *AlgaeBase. World-wide electronic publication*, National University of Ireland, Galway. www.algaebase.org.
- Hillebrand, H., Dürselen, C., Kirschtel, D., Pollinger, U. & Zohary T. (1999). Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology*, 35, 403-424. doi: 10.1046/j.1529-8817.1999.3520403.x
- Husted, F. (1930). *Bacillariophyta (Diatomee) Heft: 10 in a Pascher Die Süsswasser Flora Mitteleuropas*. Gustav Fischer Published, Jena, Germany, 1-466.
- Hutchinson, G.E. (1967). *A treatise on limnology, v. 2. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. Wiley, New York, US, 1048p.
- Komarek, J. & Fott, B. (1983). *Die binnengewässer. Band 26, Das phytoplankton des süßwassers. 7 Teil, 1. Hälfte, Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1-1044.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot H. (1991a) *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/3, 3. Teil: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1-576.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot H. (1991b) *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/4, 4. Teil: Achnanthaceae*. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1-436.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1999). *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, Band 2/2, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. Berlin: Spectrum Akademischer Verlag, 1-610.
- Mitrovic, S., Chessman, B., Davie, A.W., Avery, E.L. & Ryan, N. (2008) Development of blooms of *Cyclotella meneghiniana* and *Nitzschia* spp. (Bacillariophyceae) in a shallow river and estimation of effective suppression flows. *Hydrobiologia*, 596, 1, 173-185. doi: 10.1007/s10750-007-9094-1
- Mooney, E.P. (1989). A study of Lough Corrib, western Ireland and its phytoplankton. *Hydrobiologia*, 175: 195-212. doi: 10.1007/BF00006090
- Nusch, E. (1980). Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Archiv für Hydrobiologie-Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 14, 14-36.
- Öterler B., Taş, M. & Kirgiz, T., (2012). Seasonal variations of water quality parameters and algal flora of Sazlıdere Stream (Edime) (in Turkish with English abstract). *Research Journal of Biological Sciences*, 5 (1): 49-55.
- Öterler, B., Kirgiz, T. & Albay, M. (2014). Seasonal variations of water quality parameters and algal flora of Tundzha (Tunca) River (Edime, Turkey). *Journal of Ecology*, 4, 807-819. doi: 10.4236/oje.2014.413069
- Patrick, R. & Reimer, C.W. (1966). *The diatoms of the United States*, v. 1. Academy of Natural Sciences. AND. 1975. The diatoms of the United States, v. 2. Academy of Natural Sciences.
- Pestalozzi, H.G. (1982). *Das phytoplankton des süßwasser Teil: 8 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele U. Obermiller)*. Stuttgart, 1-539.
- Prescott, G. W. (1973). *Algae of Western Great Lake Area. Fifth printing*. WMC. Brown Comp. Pub. Dubaque, Iowa, 1-977.
- Reynolds, C.S. (1996). *Algae*. In Petts, G. & Calow, P. [Eds.] *River Biota. Diversity and Dynamics*. Blackwell Science, Oxford, pp. 6-26.
- Reynolds, C.S. & Descy, J.P. (1996). The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Archiv für Hydrobiologie*, 10, 161-187. doi: 10.1127/lr/10/1996/161
- Round, F.E. (1953). *An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn*. Yorkshire. J Ecol 41, 97-174. doi: 10.2307/2257108
- Soylu, E.N. & Gönülol, A. (2003). Phytoplankton and seasonal variations of the River Yeşilirmak, Amasya, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3, 17-24.
- Sun, J. & Liu, D. (2003). Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. *Journal of Plankton Research* 25, 1331-1346. doi: 10.1093/plankt/fbg096
- ter Braak, C.J.F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67 (6):1167-79. doi: 10.2307/1938672
- Traykov, I. (2005). *Factors influencing the trophic state of Kurdzhali Reservoir*. PhD Thesis. Sofia University "St. Kliment Ohridski", Sofia, 188pp.
- Tolotti, M. (2001). Phytoplankton and littoral epilithic diatoms in high mountain lakes of the Adamello-Brenta Regional Park (Trentino, Italy) and their relation to trophic status and acidification risk. *Journal of Limnology*, 60:2, 171-188. doi:10.4081/jlimnol.2001.1.171.
- TS, 266. (2005). *Water-water intended for human consumption (In Turkish)*. Turkish Institute of Standards, Türk Standartları Enstitüsü, ICS 13.060.20.
- Utermöhl, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 9, 1-38.
- Wehr, J.D. & Descy, J.P. (1998). Use of phytoplankton in large river management. *Journal of Phycology*, 34, 741-749.
- Wehr, J.D. & Sheath, R.G. (2003). *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, USA, 935 pp.
- Varol, M. & Şen, B. (2014). Flora of the planktonic algae of the Tigris River (in Turkish with English abstract). *Journal of FisheriesSciences.com*, 8(4): 252-264. doi:10.3153/jfscom.201431
- YSKYY. (2015). *Surface Water Quality Management Framework (In Turkish)*. Official Journal of the publication: Date 15.04.2015, No. 29327.

