



Menba

Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi

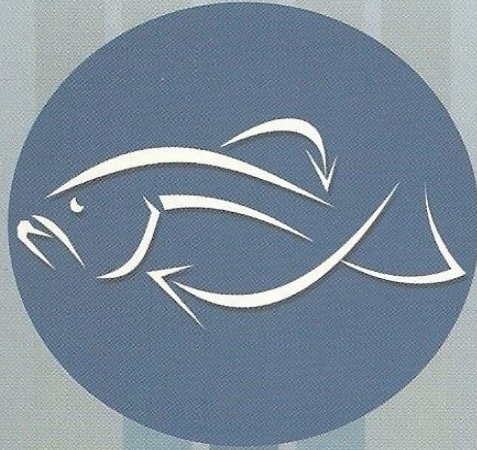
Menba Journal of Fisheries Faculty

Yıl/Year: 2020

Cilt/Volume: 6

Sayı/Issue: 2

ISSN: 2147-2254 | e-ISSN: 2667-8659





Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi

Menba Journal of Fisheries Faculty

Yıl/Year: 2020 Cilt/Volume: 6 Sayı/Issue: 2

ISSN: 2147-2254 | e-ISSN: 2667-8659

Yazışma adresi / Correspondence Address

Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi – KASTAMONU

Tel: 0366 280 23 00 | Fax: 0366 280 23 13

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/menba>

Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi yılda iki sayı olarak yayınlanır ve hakemli dergidir. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi Uluslararası bir dergidir. Dergi içerisindeki makaleler, tablolar, şekiller ve resimler komple veya kısmen izinsiz olarak kullanılamaz. Dergi ve kitaplarda alıntı yapılması halinde referans gösterilmelidir.

Menba Journal of Fisheries Faculty is published twice in a year and refere journal. Menba Journal of Fisheries Faculty is an International. Any of the articles, tables, figures and pictures are not allowed to be copied completely or partially without authorisation. The journals and books which quote, have to indicate the journal as reference.

Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi **CAB Direct, Google Scholar, Paperity, Asosindex, Academic Journal Index** dizinlerinde taranmaktadır.

Menba Journal of Fisheries Faculty is indexed in **CAB Direct, Google Scholar, Paperity, Asosindex, Academic Journal Index**

İmtiyaz Sahibi / Privilege Owner

Prof. Dr. Ahmet Hamdi TOPAL / Rektör (Rector)

Editör / Editor

Prof. Dr. Mahmut ELP

Yardımcı Editör / Co-Editor

Mustafa İbrahim OSMANOĞLU

Yayın Koordinatörü / Publications Coordinator

Dr. Adem Yavuz SÖNMEZ

Yayın Kurulu / Editorial Board

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ATAR- Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Prof. Dr. Nuri BAŞUSTA- Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye

Prof. Dr. Sajmir BEQIRAJ- University of Tirana

Dr. Gouranga BISWAS-Kakdwip Research Centre of Central Institute of Brackishwater Aquaculture (ICAR),
India

Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA- Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye

Prof. Dr. Yaşar DURMAZ - Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

Prof. Dr. Hünkar Avni DUYAR- Sinop Üniversitesi, Sinop, Türkiye

Prof. Dr. Kenan GÜLLÜ- Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

Prof. Dr. Şenol GÜZEL- Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye

Dr. Şükrü Şenol PARUĞ- Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, Türkiye

Dr. Marina SAZYKINA- Scientific Research Institute of Biology of Southern Federal University, Russia

Prof. Dr. Fazıl ŞEN- Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van, Türkiye

Dr. Sonya UZUNOVA- Institute of Fishing Resources, Bulgaria

Prof. Dr. Telat YANIK- Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye

YAZIM KURALLARI

Yazılar, dergiye yalnızca çevrimiçi gönderi sistemi ile elektronik versiyonda aşağıdaki talimatlara göre gönderilmelidir.

Yazı gönderi tipleri

Araştırma makaleler, derleme makaleler, kısa notlar ve raporlar, editöre mektup.

- Araştırma makaleler; Daha önce yayınlanmamış olan ve 7500 kelimeyi veya 25 sayfayı geçmemesi gerekir. Orijinal tam metin araştırma makaleleri (tablolar ve resimler dahil)
- Derleme makaleler; güncel konularda ve 10.000 kelimeye veya 25 sayfa (tablolar ve şekiller dahil)
- Kısa notlar ve raporlar; ön nitelikte olabilecek çalışmayı açıklayan (tercihen tablolar ve şekiller dahil 3000 veya 10 sayfadan fazla olmamalıdır).
- Editöre Mektuplar; güncel konulara dahil edilmeli ve 2000 kelimeyi veya tablolar ve şekiller dahil 10 sayfayı geçmemelidir.

Dergi ücreti

Derginin yayın ücreti yoktur.

Yazıların Hazırlanması

Çalışmalar Türkçe veya İngilizce hazırlanmalıdır. Metninizi bir kelime işlemci yazılımı kullanarak hazırlayın ve ".doc" veya ".docx" formatlarında kaydedin. Yazılar aşağıdaki sırayla hazırlanmalıdır;

- **Başlık sayfası**
 - o Başlık (Kısa ve bilgilendirici. Kısaltmalardan ve formüllerden kaçının)
 - o Yazar isimleri ve üyelik adresleri (Tam isimler verilmeli, kısaltma yapılmamalıdır. İlgili yazar bir yıldız işaretiyle belirtilmelidir. Her üyelik adresi kurum, fakülte / okul, bölüm, şehir ve ülkeyi içermelidir)
 - o Sorumlu yazarın e-postası, telefonu, faksı ve adresi
 - o Tüm yazarlar için ORCID numarası ve e-posta adresleri.
 - o Şekil sayısı
 - o Çizelge sayısı
 - o Teşekkür (Varsa. Mutlaka minimumda tutun)
- **Ana metin**
 - o Başlık
 - o Öz (150 ile 250 kelime arasında olmalı, kaynak ve kısaltmalardan kaçınılmalıdır)
 - o Anahtar Kelimeler (Minimum 3, Maksimum 6 anahtar kelime)
 - o Giriş
 - o Materyal ve Yöntemler
 - o Bulgular
 - o Tartışma (Uygunsa Bulgular bölümü ile birleştirilebilir)
 - o Sonuçlar
 - o Etik Standartlara Uyum
 - a) Yazarların Katkıları
 - b) Çıkar Çatışması
 - c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan
 - d) İnsan Hakları Beyanı
 - o Kaynaklar
 - o Çizelge(ler) (metinde uygun konumda)
 - o Şekiller (metinde uygun konumda)
 - o Ekler (varsa)

Makale Formatı

Makale boyunca A4 boyutundaki kağıdın tüm kenarlarında çift aralıklı ve 25 mm kenar boşluklu referanslar, tablo başlıkları ve şekil başlıkları dahil olmak üzere 12 puntoluk bir yazı tipi kullanın

(Times New Roman). Sayfanın bütün yönlerinde 25 mm'lik kenar boşlukları kullanın. Metin tek sütun formatında olmalıdır. Yazarların şablon dosyalarını aşağıdaki bağlantılardan indirmeleri önerilir:

- Her sayfa Arap rakamları ile numaralandırılmalı ve yazının başından sonuna kadar satırlar sürekli olarak numaralandırılmalıdır.
- Vurgu için italik kullanın.
- Yalnızca SI (uluslararası sistem) birimlerini kullanın.
- Ondalık basamaklar için "nokta" kullanın.
- Tür adı için italik kullanın.

Etik Standartlara Uyum

Sorumlu yazar, kaynak listesinden önce ayrı bir bölümde makale metnine bir özet açıklama ekleyecektir. Aşağıdaki açıklama örneklerine bakın:

a) Yazarların Katkıları

Lütfen makale için yazarların katkılarını sağlayın. Ad ve soyadlarının ilk harflerini kullanın (örneğin; Yazar MO çalışmayı tasarladı, MF makalenin ilk taslağını yazdı, AF istatistiksel analizleri gerçekleştirdi ve yönetti. Tüm yazarlar son makaleyi okudu ve onayladı.).

b) Çıkar Çatışması

Mevcut herhangi bir çıkar çatışması burada verilmelidir. Çatışma yoksa, yazarlar şunları belirtmelidir: Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Çalışmada hayvan kullanılmışsa; Araştırma için kullanılan hayvanların refahına saygı gösterilmelidir. Hayvanlar üzerindeki deneyleri bildirirken, yazarlar aşağıdaki ifadeyi belirtmelidir: Etik onay: Hayvanların bakımı ve kullanımı için geçerli tüm uluslararası, ulusal ve / veya kurumsal yönergelere uyulmuştur. Veya geriye dönük çalışmalar için; makale metninde bir özet beyan aşağıdaki şekilde yer almalıdır: Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

d) İnsan Hakları Beyanı

İnsan katılımcıları içeren çalışmaları bildirirken, yazarlar aşağıdaki ifadeyi eklemelidir: Etik onay: Çalışmalar, uygun kurumsal ve / veya ulusal araştırma etik komitesi tarafından onaylanmış ve 1964 Helsinki Bildirgesi ve daha sonra yapılan değişiklikler veya karşılaştırılabilir etik standartlarda belirtilen etik standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Veya geriye dönük çalışmalar için; makale metninde aşağıdaki gibi bir özet beyan yer almalıdır: Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

Metinde Alıntı:

Lütfen metinde geçen her bir atfın kaynaklar listesinde de sunulduğundan emin olun. Metindeki literatürü kronolojik olarak, ardından bu örnekler gibi alfabetik sırayla belirtin "(Elp vd., 2018; Biswas vd., 2016; Elp ve Osmanoğlu, 2019)". Atıfta bulunulan kaynak bir cümlelin konusuysa, parantez içinde yalnızca tarih verilmelidir. Bu örnek gibi biçimlendirilmiştir: "Durmaz (2007) etkinliğini araştırmıştır".

- Tek yazar: yazarın soyadı ve yayın yılı (Elp, 2017)
- İki yazar: hem yazarların soyadları hem de yayın yılı (Adem ve Elp, 2017)

• Üç veya daha fazla yazar: birinci yazarın soyadı ve ardından "ve diğerleri". ve Elp et al., 2018 yayın yılı)

Kaynaklar Listesinde Alıntı:

Kaynaklar önce alfabetik olarak sıralanmalı ve daha sonra makalenin sonunda kronolojik olarak sıralanmalıdır. Aynı yazar (lar) dan aynı yıl içinde birden fazla kaynak yayın tarihinden (2016a) sonra yerleştirilen a, b, c vb. Harflerle belirtilmelidir. Çevrimiçi olarak yayınlanan makalelerin, kitapların, çok yazarlı kitapların ve makalelerin alıntıları aşağıdaki örneklere uygun olmalıdır:

Makale:

Adem, S. S., & Elp, M. (2017). Muscle spindle and comparison of fish muscle spindle with other vertebrates. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 32(2): 113-117

Durmaz, Y. (2007). Vitamin E (alpha-tocopherol) production by the marine microalgae *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) in nitrogen limitation. *Aquaculture*, 272(4): 717-722.

Elderwish, N., M., Taştan, Y. & Sönmez, A. Y., (2019). Türkiye'nin batı karadeniz kıyı sularındaki ağır metal birikiminin mevsimsel olarak incelenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(2): 1-8.

Elp, M., Osmanoglu, M. İ., Kadak, A. E., & Turan, D., (2018). Characteristics of *Capoeta oguzelii*, a new species of cyprinid fish from the Ezine Stream, Black Sea basin, Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*. 64(2): 102-111. <https://doi.org/10.1080/09397140.2018.1442295>

Sönmez, A. Y., Kale, S., Özdemir, R. C. & Kadak, A. E. (2018). An adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to predict of cadmium (Cd) concentration in the Filyos River, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(12): 1333-1343. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_12_01

Kitap:

Brown, C., Laland, K. & Krause, J. (Eds.) (2011). *Fish Cognition and Behavior*. 2nd ed. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. 472p.

Kitap bölümü:

Langston, W. J. (1990). Toxic effects of metals and the incidence of marine ecosystems, pp. 102-122. In: Furness, R. W. (Ed.), *Rainbow Heavy Metals in the Marine Environment*. New York, USA: CRC Press. 256p.

Vassallo, A. I. & Mora, M. S. (2007). Interspecific scaling and ontogenetic growth patterns of the skull in living and fossil ctenomyid and octodontid rodents (Caviomorpha: Octodontoidea).pp. 945-968. In: Kelt, D. A., Lessa, E., Salazar-

Bravo, J. A., Patton, J. L. (Eds.), *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson*. 1st ed. Berkeley, CA, USA: University of California Press. 981p.

Tez:

Elp, M. (2002). Koçköprü baraj gölü'nde (Van) yaşayan siraz (*Capoeta capoeta*, Guldensteadt, 1772) ve inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) populasyonları üzerine bir araştırma. Ph.D. Thesis. İstanbul University, İstanbul, Turkey.

Konferans bildirimleri:

Notev, E. & Uzunova, S. (2008). A new biological method for water quality improvement. *Proceedings of the 2nd Conference of Small and Decentralized Water and Wastewater Treatment Plants*, Greece, pp. 487-492.

Enstitü yayınları:

FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all*. Rome. 200 pp.

Rapor:

FAO. (2018). Report of the ninth session of the Sub-Committee on Aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1188*. Rome, Italy.

İnternet kaynakları:

Froese, R. & Pauly, D. (Eds.) (2018). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Retrieved on January 11, 2018 from <http://www.fishbase.org>.

TurkStat. (2019). *Fishery Statistics*. Retrieved on December 28, 2019 from <http://www.turkstat.gov.tr/>

Çizelge(ler)

Arapça olarak numaralandırılmış çizelgeler, üstte kısa bir açıklayıcı başlık ile ayrı sayfalarda yer almalıdır. Dipnotları çizelge gövdesinin altındaki tablolara yerleştirin ve bunları küçük harflerle (veya anlamlılık değerleri ve diğer istatistiksel veriler için yıldız işaretleriyle) belirtin. Dikey kurallardan kaçınm. Çizelgelerde sunulan veriler, makalenin başka bir yerinde açıklanan sonuçları tekrar etmemelidir.

Şekil(ler)

Metinde tüm resimler 'Şekil' olarak etiketlenmeli ve ardışık Arapça rakamlarla, Şekil 1, Şekil 2 vb. İle numaralandırılmalıdır. Bir şeklin panelleri etiketlenmişse (a, b, vb.), Metinde bu panellere atıfta bulunurken aynı durumu kullanın. Şekillerin PNG, JPEG gibi elektronik formatlarda olması önerilir. TIFF (min. 300 dpi) de mevcut boyutlarda düzenlenmelidir. Tüm şekiller veya tablolar metin içinde sunulmalıdır. Yazı tipi boyutları 9 ila 11 punto arasında olmalıdır.

WRITING RULES

Manuscripts must be submitted to the journal in electronic version only via online submission system according to the guidelines below:

Types of Paper

Research articles, reviews articles, short communications, letters to the editor.

- Research articles: original full-length research papers which have not been published previously and should not exceed 7500 words or 25 manuscript pages (including tables and figures)
- Reviews article: on topical subjects and up to 10000 words or 25 manuscript pages (including tables and figures)
- Short communications: describing work that may be of a preliminary nature; preferably no more than 3000 words or 10 manuscript pages (including tables and figures).
- Letters to the editor: should be included on matters of topical interest and not exceeding 2000 words or 10 manuscript pages (including tables and figures)

Page charges

This journal has no page charges.

Preparation of Manuscripts

Papers must be written in Turkish and English. Prepare your text using a word-processing software and save in “.doc” or “.docx” formats. Manuscripts must be structured in the following order:

- **Title page file**
 - o Title (Concise and informative. Avoid abbreviations and formulae)
 - o Author names and affiliation addresses (Full names should be given, no abbreviations. The corresponding author should be identified with an asterisk. Each affiliation address should include institution, faculty/school, department, city, and country)
 - o Corresponding author’s e-mail, telephone, fax, and address
 - o ORCID number and e-mail addresses for all authors.
 - o Number of figures
 - o Number of tables
 - o Acknowledgements (If applicable. Keep these to the absolute minimum)
- **Main file**
 - o Title
 - o Abstract (Should be between 150 and 250 words. References and abbreviations should be avoided)
 - o Keywords (Minimum 3, Maximum 6 keywords)
 - o Introduction
 - o Material and Methods
 - o Results
 - o Discussion (Can be combined with Results section if appropriate)
 - o Conclusion
 - o Compliance with Ethical Standards
 - a) Authors' Contributions
 - b) Conflict of Interest
 - c) Statement on the Welfare of Animals
 - d) Statement of Human Rights
 - o References
 - o Table(s) with caption(s) (on appropriate location in the text)
 - o Figure(s) with caption(s) (on appropriate location in the text)
 - o And appendices (if any)

Manuscript formatting

Use a 12-point Times New Roman font, including the references, table headings and figure captions, double-spaced and with 25 mm margins on all sides of A4 size paper throughout the manuscript. The text should be in single-column format. The authors are encouraged to download the template files from the links below:

- Each page must be numbered with Arabic numerals, and lines must be continuously numbered from the start to the end of the manuscript.
- Use italics for emphasis
- Use only SI (international system) units.
- Use “dot” for decimal points.
- Use italics for species name.

Compliance with Ethical Standards

The corresponding author will include a summary statement in the text of the manuscript in a separate section before the reference list. See below examples of disclosures:

a) Authors' Contributions

Please provide contributions of authors for the paper. Use first letters of name and surnames (e.g.; Author MO designed the study, MF wrote the first draft of the manuscript, AF performed and managed statistical analyses. All authors read and approved the final manuscript.).

b) Conflict of Interest

Any existing conflict of interest should be given here. If no conflict exists, the authors should state:

Conflict of Interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

c) Statement on the Welfare of Animals

If animals used in the study; The welfare of animals used for research must be respected. When reporting experiments on animals, authors should indicate the following statement: Ethical approval: All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed. Or, for retrospective studies; a summary statement in the text of the manuscript should be included as follow: Ethical approval: For this type of study, formal consent is not required.

d) Statement of Human Rights

When reporting studies that involve human participants, authors should include the following statement:

Ethical approval: The studies have been approved by the appropriate institutional and/or national research ethics committee and have been performed in accordance with the ethical standards as laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later amendments or comparable ethical standards. Or, for retrospective studies; a summary statement in the text of the manuscript should be included as follow:

Ethical approval: For this type of study, formal consent is not required.

REFERENCES

Citation in text;

Please ensure that each reference cited in the text is also presented in the reference list. Cite literature in the text in chronological, followed by alphabetical order like these examples "(Elp et al., 2018; Biswas et al., 2016; Elp and Osmanoğlu, 2019)". If the cited reference is the subject of a sentence, only the date should be given in parentheses. Formatted like this example: "Durmaz (2007) investigated the efficacy of...".

- Single author: the author's surname and the year of publication (Elp, 2017)
- Two authors: both authors' surnames and the year of publication (Adem and Elp, 2017)
- Three or more authors: first author's surname followed by "et al." and the year of publication (Elp et al., 2018)

Citation in the reference list:

References should be listed first alphabetically and then further sorted chronologically at the end of the article. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters a, b, c, etc. placed after the year of publication (2016a). The citation of articles, books, multi-author books and articles published online should conform to the following examples:

Article:

Adem, S. S., & Elp, M. (2017). Muscle spindle and comparison of fish muscle spindle with other vertebrates. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 32(2): 113-117

Durmaz, Y. (2007). Vitamin E (alpha-tocopherol) production by the marine microalgae *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) in nitrogen limitation. *Aquaculture*, 272(4): 717-722.

Elderwish, N., M., Taştan, Y. & Sönmez, A. Y., (2019). Türkiye'nin batı karadeniz kıyı sularındaki ağır metal birikimin mevsimsel olarak incelenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(2): 1-8.

Elp, M., Osmanoglu, M. İ., Kadak, A. E., & Turan, D., (2018). Characteristics of *Capoeta oguzelii*, a new species of cyprinid fish from the Ezine Stream, Black Sea basin, Turkey (Teleostei: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*. 64(2): 102–111. <https://doi.org/10.1080/09397140.2018.1442295>

Sönmez, A. Y., Kale, S., Özdemir, R. C. & Kadak, A. E. (2018). An adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) to predict of cadmium (Cd) concentration in the Filyos River, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(12): 1333-1343. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_12_01

Book:

Brown, C., Laland, K. & Krause, J. (Eds.) (2011). *Fish Cognition and Behavior*. 2nd ed. Oxford, UK: WileyBlackwell. 472p.

Chapter:

Langston, W. J. (1990). Toxic effects of metals and the incidence of marine ecosystems, pp. 102-122. In: Furness, R. W. (Eds.), *Rainbow Heavy Metals in the Marine Environment*. New York, USA: CRC Press. 256p.

Vassallo, A. I. & Mora, M. S. (2007). Interspecific scaling and ontogenetic growth patterns of the skull in living and fossil

ctenomyid and octodontid rodents (Caviomorpha: Octodontoidea). pp. 945-968. In: Kelt, D. A., Lessa, E., Salazar-Bravo, J. A., Patton, J. L. (Eds.), *The Quintessential Naturalist: Honoring the Life and Legacy of Oliver P. Pearson*. 1st ed. Berkeley, CA, USA: University of California Press. 981p.

Thesis:

Elp, M. (2002). Koçköprü baraj gölü'nde (Van) yaşayan siraz (*Capoeta capoeta*, Guldensteadt, 1772) ve inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) populasyonları üzerine bir araştırma. Ph.D. Thesis. İstanbul University, İstanbul, Turkey.

Conference Proceedings:

Notev, E. & Uzunova, S. (2008). A new biological method for water quality improvement. *Proceedings of the 2nd Conference of Small and Decentralized Water and Wastewater Treatment Plants*, Greece, pp. 487-492.

Institution Publication:

FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture: Contributing to food security and nutrition for all*. Rome. 200 pp.

Report:

FAO. (2018). Report of the ninth session of the Sub-Committee on Aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1188*. Rome, Italy.

Internet Source:

Froese, R. & Pauly, D. (Eds.) (2018). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. Retrieved on January 11, 2018 from <http://www.fishbase.org>.

TurkStat. (2019). *Fishery Statistics*. Retrieved on December 28, 2019 from <http://www.turkstat.gov.tr/>

Table(s)

Tables, numbered in Arabic, should be in separate pages with a short descriptive title at the top. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Avoid vertical rules. The data presented in tables should not duplicate results described elsewhere in the article.

Figure(s)

All illustrations should be labelled as 'Figure' and numbered in consecutive Arabic numbers, Figure 1, Figure 2 etc. in the text. If panels of a figure are labelled (a, b, etc.) use the same case when referring to these panels in the text. Figures are recommended to be in electronic formats such as PNG, JPEG. TIFF (min. 300 dpi) should be also arranged in available dimensions. All figures or tables should be presented in the body of the text. Font sizes size should be from 9 to 11 points.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARASTIRMA / RESEARCH

- İzmir Körfezi Kıyılarından Toplanan Makroalglerin Pigment Potansiyeli
Pigment Potential of Macroalgae Collected from The Coasts of Izmir Bay
Selçuk YİĞİTKURT , Ali KIRTIK , Sinem UĞUR , Yaşar DURMAZ 45-52
- Karadeniz Kıyılarında Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Balığının Mevsimsel Olarak Boy-Ağırlık İlişkisi ve Besin Madde Bileşimleri Değişimi
Seasonal Variation of Length-Weight Relationships and Proximate Composition of Anchovy
Süleyman ÖZDEMİR , Hünkar Avni DUYAR , Uğur ÖZSANDIKÇI 53-62
- Marinat Teknolojisinin Balık Tazeliği Üzerine Etkisi; Zargana Balığı (*Belone belone euxini*, Günther 1866)
The Effect of Marinating Technology on Fish Freshness; Garfish (*Belone belone euxini*, Günther 1866)
Hünkar Avni DUYAR , Esra Eke GÜLÜM 63-73
- Değirmen Deresinin (Kastamonu) Üzerindeki Alabalık İşletmelerinin Bentik Makroomurgasızlara Etkisi
The Effect of Land Based Trout Farms on the Benthic Macroinvertebrates at Değirmen Brook (Kastamonu)
Hasan YAMAN , Mine KIRKAĞAÇ 74-85

DERLEME / REVIEW

- Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Balık Yetiştiriciliğinde Kullanım Potansiyelleri
Potential Use of Medicinal and Aromatic Plants in Fish Farming
Saadet Yağmur ÇELİK 86-94
- Deniz Ürünleri Kaynaklı Paralitik Zehirlenme
Paralytic Poisoning from Marine Products
Seda Kuşoğlu GÜLTEKİN 95-99
- A Review on Antibacterial Effects of Fish Skin Mucus and Fish Lectins
Balık Mukusu ve Balık Lektinlerinin Antibakteriyel Etkileri Üzerine Bir Derleme
Yiğit TAŞTAN , Adem Yavuz SÖNMEZ 100-107

KISA BİLDİRİ / SHORT COMMUNICATION

- First Record of Mediterranean Flyingfish *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) (Teleostei: Exocoetidae) in Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey
Saroz Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Uçan Balık *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) (Teleostei: Exocoetidae)'nin İlk Kaydı
Sözgüner TUNÇER, Hatice TORCU KOÇ 108-113

İzmir Körfezi Kıyılarından Toplanan Makroalglerin Pigment Potansiyeli

Selçuk Yiğitkurt , Ali Kırtık , Sinem Uğur , Yaşar Durmaz* 

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, İzmir/Türkiye

*E-mail: yasar.durmaz@ege.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:

20/07/2020

Kabul Tarihi:

02/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Makro alg

Pigment

İzmir Körfezi

Algal metabolitler

Öz

Deniz yosunları yüksek miktarda protein, yağ asitleri ve mineral maddeler içermektedir. Makro alglerin biyokimyasal içerikleri tür, ışık, sıcaklık vb. koşullara bağlı olarak değişir. Tuzluluk ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak Ege Denizi, makro algler bakımından yüksek tür çeşitliliğine sahiptir. Bu çalışmada Ege Denizi İzmir Körfezi kıyılarından seçilen istasyonlardaki su sıcaklığı en düşük 10,1°C, en yüksek 25,1°C, pH değerleri ise 7,8-8,1 aralığında ölçülmüştür. İzmir Körfez kıyılarından 12 adet makro alg türü; Yeşil Alglerden *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum*, Kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria gracilis*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* ve Kahverengi alglerden *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* tespit edilmiştir. İzmir Körfezi kıyılarından toplanan makro alg türleri gölgede oda sıcaklığında (25°C) kurutulup toz haline getirilerek analizler yapılmaya kadar 20°C'de karanlık ortamda muhafaza edilmiştir. Örneklerdeki pigmentler (klorofil-*a* ve toplam karotenoid) spektrofotometrik yöntem ile analiz edilmiştir. Toplam karoten miktarı en yüksek *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) türünde 0,532±0,01 mg/g olarak tespit edilmiştir. En düşük toplam karoten miktarı ise *Ulva lactuca*'da 0,020±0,002 mg/g ölçülmüştür. Klorofil-*a* miktarı en yüksek *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) türünde 0,319±0,008 mg/g tespit edilirken, en düşük *Gracilaria verrucosa* türünde 0,034±0,0003 mg/g ve *Laurencia obtusa* türünde 0,035±0,004 mg/g değeriyle ölçülmüştür. Makro alg türleri yüksek düzeyde pigment değerlerine sahiptir. Bu çalışmada elde ettiğimiz veriler doğrultusunda İzmir Körfezi'ndeki bazı makro alg türlerinin pigment kaynağının ekonomik değerleri ortaya çıkarılmıştır.

Pigment Potential of Macroalgae Collected from The Coasts of Izmir Bay

Article Info

Received:

20/07/2020

Accepted:

02/12/2020

Keywords:

Macroalgae

Pigment

Izmir Bay

Algal metabolites

Abstract

Seaweed contains high amounts of protein, fatty acids and minerals. Biochemical contents of macro algae species, light, temperature, etc. It varies depending on the circumstances. Depending on salinity and temperature conditions, the Aegean Sea has high species diversity in terms of macro-algae. In this study, the water temperature at the stations determined in the Aegean Sea Gulf coast of Izmir province was measured as lowest 10,1 °C, highest 21,1 °C, and the pH values were measured as minimum 7,8 and maximum 8,1 during the entire trial period. Aegean Sea Izmir Gulf Coast 12 macro algae species; green algae *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum*, red algae *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria gracilis*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* and brown algae *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* were identified. The macro algae species collected from the Gulf coast of Izmir province were dried at room temperature (25 °C) in the shade, powdered and kept in a dark environment at 20 °C until analysis was done. Pigments (chlorophyll-*a* and total carotenoids) were analyzed by spectrophotometric method. The highest total carotene was 0.532±0.01 mg/g in the species of *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta). The lowest total carotene was 0,020±0,002 mg/g in *Ulva lactuca*. The chlorophyll-*a* of species *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) *Gracilaria verrucosa* and *Laurencia obtusa* was measured as 0.319±0.008 mg/g, 0.034±0.0003 mg/g and 0.035±0.004 mg/gr, respectively. Macro algae species have high levels of pigment values. According to the data obtained in this study, economic values of pigment source of some macro algae species in Izmir Bay were revealed.

GİRİŞ

Son yıllarda alglere giderek artan ilgi, bazı türlerin hücre içinde yüksek miktarda biriktirdikleri değerli maddelerden ileri gelmektedir. Alg türleri, hücre içinde protein, pigment, yağ asitleri, vitaminler, antibiyotikler, hidrokarbonlar, polisakkaritler ve daha pek çok metabolitleri yüksek miktarlarda doğal olarak biriktirebilmektedirler. Bu nedenle alglerden yararlanmak için insanoğlu 100 yıldan fazla bir zamandır araştırmalar yapmaktadır (Durmaz vd., 2008a).

Makro alglerin yüksek miktarlarda protein, yağ asitleri ve mineral madde içermesinden dolayı çok eski zamanlardan beri insan gıdası, hayvan besini, tarımda gübre ve tıbbi ilaçların kaynağı olarak kullanılmaktadır. Alglerin dağılımı coğrafik bölge, mevsim, ışık, sıcaklık, tuzluluk, besin tuzları, dalga hareketleri, sedimentasyon ve kirlilik gibi koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Durmaz vd., 2008b). Alglerin içerdiği besin maddelerinin miktarı ve çeşitliliği türe bağlı olmakla birlikte coğrafik bölge, mevsimler ve sıcaklık gibi faktörlerin de bunları etkilediği bilinmektedir (Pinchetti vd., 1998).

Ulva sp., *Porphyra sp.*, *Gracilaria sp.* ve *Enteromorpha sp.* gibi türler yüksek biyomaslara ulaşabilen, ülkemizde en yaygın dağılıma sahip makro alg türleridir. Bu türler bol besin oranının yüksek olduğu denizlerde özellikle kirli ortamlarda kozmopolit olarak gelişmektedir (Topcuoğlu vd., 2003).

Algal pigmentler arasındaki fark, fotosentez işlemi için farklı derinliklerde ışık yakalamayı optimize etmek için gereken çevresel bir adaptasyondur (Haryatfrehni vd., 2015). Klorofil, karotenoid ve fikobillin olmak üzere üç tür makro algal pigment vardır (Masojidek vd., 2013). Alglerin klorofil ve karoten miktarı türe, taksonomisine, biyolojik ve fizikokimyasal faktörlere bağlı olarak değişim gösterir (Ramaraj vd., 2013). Klorofil, algal biyomastan elde edilen en önemli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, doğal pigment olarak da kullanılır. Ayrıca antioksidan özelliklere sahiptir (Gündoğan vd., 2005; Hosikian vd., 2010). Karotenoidler farmasötik, endüstriyel ve ekonomik değeri olan bileşiklerdir; potansiyel antioksidan olarak kabul edilmektedir (Giordano vd., 2012). Doğal pigment, vücut metabolik sistemi, bağışıklık, detoksifikasyon, iltihabı indirgemek ve hormonal sistemi dengelemek için genellikle gıda takviyesi olarak kullanılır (Limantara vd., 2006). Makro algal polisakkaritler gıda, kozmetik, boya, tarım, tekstil, kâğıt, kauçuk ve inşaat endüstrisinde kullanılır. Ek olarak, antimikrobiyal, antiviral, antitümör, antikoagülan ve fibrinolitik özellikleri için tıpta ve farmakolojide kullanılırlar (Dere vd., 2003). Makro algal pigmentin miktarı çevresel faktörlerin ekstrem durumlarından (tuzluluk, sıcaklık, besin maddeleri ve yoğun ışınım değişimlerinden) etkilenir ve yüksek oranda pigment üretimine neden olur (Marin vd., 1998; Boussiba vd., 1999; Zucchi veNecchi, 2001).

Son yıllarda makro algler düşük kalorisi, yüksek vitamin, mineral ve besinsel lifleri içerdiğinden dolayı gıda endüstrisinin ilgisini çekmektedir. Türkiye denizel alanlarında bol miktarda bulunan makro alglerin biyokimyasal yapısının incelenip değerlendirilmesi Türk ekonomisine katkıda bulunacaktır (Durmaz vd., 2008a). Bu araştırmada insan gıdası olarak tüketilebilen makro alg türlerinin İzmir Körfezi Kıyılarından toplanarak tür tanımlanması ve biyokimyasal yapısının (toplam karotenoid) tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan makro alg türleri İzmir Körfezi istasyonlarının, Karşıyaka (38°28,027' K, 027°04,428' D), İnciraltı (38°24,488' K, 010°19,868280'D) ve Urla (38°21,794' K, 026°46,717' D) kıyılarından littoral bölgesinden toplanmıştır (Şekil 1). Örnekler her ayın başında, ortasında ve sonunda doğrudan kıyıda el ile ve tırnak yardımıyla toplanmıştır. Toplanan örnekler kovalara konularak Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Plankton laboratuvarına taşınmıştır.



Şekil 1. Makro alg örneklemelerinin toplandığı istasyonlar

Örnekler epifitleri ayıklanıp saf suyla yıkanarak tuz, kum ve diğer bulaşmış materyaller uzaklaştırılmıştır. Örnekler ilk önce makroskobik olarak renk ve şekillerine göre ayrılmıştır. Ardından mikroskop altında 10X büyütmede daha detaylı (hücre bazında) bir şekilde incelenerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işlemleri Canon Powershot S50

(Japonya) fotoğraf makinesi ile fotoğrafları çekilerek kayıt altına alınmıştır. Yıkama işleminden sonra 25 °C’de gölgede fan ile havalandırarak 12 saatte kurumuş olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kurutulan alg örnekleri (a. *Gracilaria verrucosa*, b. *Gracilaria gracilis*, c. *Laurancia papillosa*, d. *Ulva rigida*, e. *Enteromorpha (Ulva) compressa*, f. *Chaetomorpha linum*, g. *Laurencia obtusa*, h. *Cystoseira crinita*, ı. *Halopteris scoparia*, i. *Cystoseira barbata*, j. *Corallina officinalis*, k. *Ulva lactuca*)

Kurutulan örnekler karıştırıcı yardımıyla kabaca parçalandıktan sonra Ika yellowline DI 25 model homojenizatörle homojen ve toz haline getirilmiş ve plastik torbalara konularak 8°C’de analizlere kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Bölgenin deniz suyu sıcaklık değerleri civalı termometre ile, tuzluluk değeri ise refraktometre ile ölçülmüştür. Toplam karoten ve klorofil-a tayini spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. 5 mg kurutulmuş örnek alınarak 5 ml metanol (Merck %100, Almanya) ile muamele edildikten sonra, hücreler Ika (Ultra Turrax T25) marka homojenitör ile 5 dakika süre ile homojenize edilmiştir. Daha sonra 10 dakika 70 °C’de ultrason (Transonic T570/H (ELMA, Almanya)) banyoya tabi tutulmuştur. Elde edilen ekstrakt madde 3500 rpm’ de santrifüj ile ayrılmıştır. Örnekler spektrofotometrede (Hitachi U- 2001, Japonya) 475 nm ve 666 nm dalga boylarında örnek sıvılarının absorpsiyon okunarak aşağıda verilen formüller ile toplam karoten ve klorofil-a miktarları hesaplanmıştır.

CKaroten (mg g^{-1}) = 4,5 A_{475} (Zou ve Richmond, 2000)

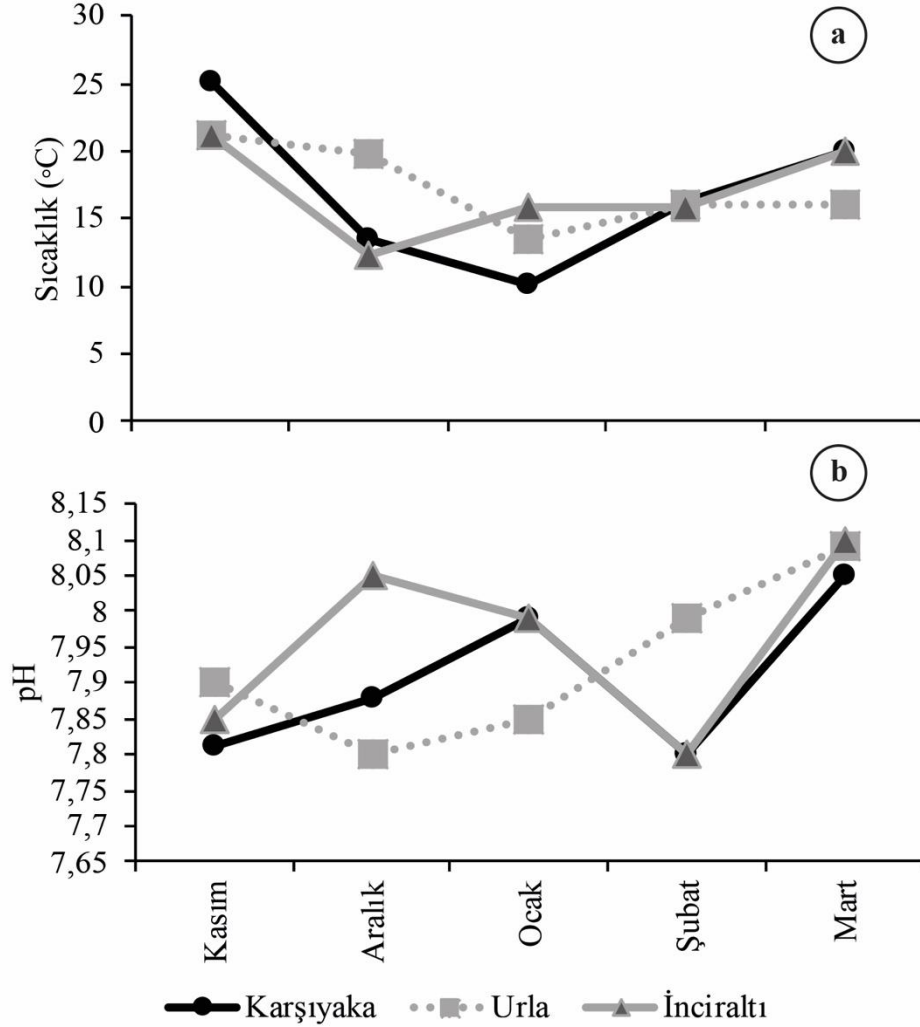
A_{475} 475 nm okunan absorbans değeri,

CKlorofil-a (mg g^{-1}) = 13,9 A_{666} (Sanchez vd., 2005)

A_{666} 666 nm okunan absorbans değeri

BULGULAR

İstasyonlardaki su sıcaklığı ve pH değerleri aylık olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı tüm istasyonlarda, minimum 10,1 °C, maksimum 25,1 °C olup, aylık olarak değişimleri grafikte gösterilmiştir (Şekil 3). Deneme süresince pH değerleri ise 7,8-8,1 aralığında ölçülmüştür.



Şekil 3. İstasyonlara ait su koşulları a) Su sıcaklığı, b) pH değişimi

Örnekleme, tırmık ve elle toplama ile gerçekleştirilmiştir. Her örnekleme bölgesine göre değişkenlik gösteren farklı yosun türleri tespit edilmiştir (Tablo 1). 3 bölgede toplamda 12 farklı alg türü bulunmuştur.

Yeşil Alglerden *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum*, Kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa*, *Gracilaria gracilis*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* ve Kahverengi alglerden *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* türleri tespit edilmiştir.

Tablo 1. İzmir Körfezi'nde belirlenen istasyonlardan toplanan kahverengi, kırmızı ve yeşil makro alg türleri

Tür	Bölge		
	Urla İstasyon	Karşıyaka İstasyon	İnciraltı İstasyon
Phaeophyta (Kahverengi alg)			
<i>Cystoseira barbata</i> ,	(-)	(+)	(-)
<i>Cystoseira crinita</i> ,	(+)	(+)	(-)
<i>Halopteris scoparia</i>	(+)	(+)	(-)

Tablo 1. İzmir Körfezi'nde belirlenen istasyonlardan toplanan kahverengi, kırmızı ve yeşil makro alg türleri (devam)**Rhodophyta (Kırmızı alg)**

<i>Corallina officinalis</i>	(-)	(-)	(+)
<i>Gracilaria verrucosa</i>	(-)	(+)	(-)
<i>Gracilaria gracilis</i>	(+)	(+)	(+)
<i>Laurancia papillosa</i>	(-)	(+)	(-)
<i>Laurencia obtusa</i>	(-)	(+)	(+)

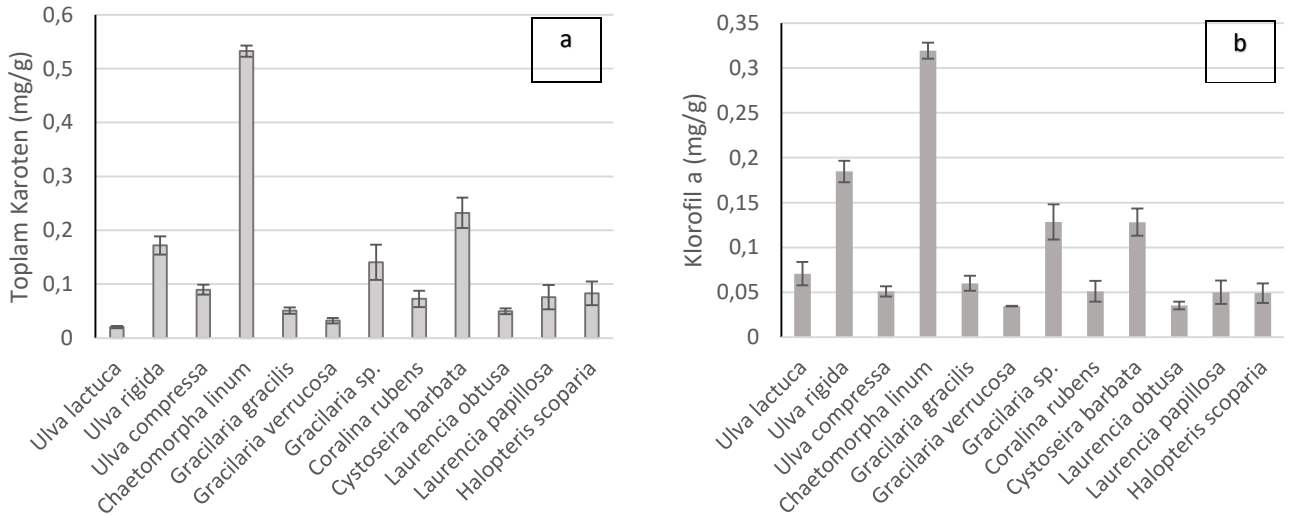
Chlorophyta (Yeşil alg)

<i>Ulva lactuca,</i>	(+)	(+)	(+)
<i>Ulva rigida,</i>	(-)	(+)	(+)
<i>Ulva compressa</i>	(-)	(+)	(+)
<i>Chaetomorpha linum</i>	(+)	(+)	(+)

*(+) istasyonda tespit edildi, (-) istasyonda tespit edilemedi

Toplam karoten miktarı en yüksek olan tür $0,532\pm 0,01$ mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. *Chaetomorpha linum*'u takiben sırasıyla $0,232\pm 0,029$ mg/g değeriyle *Cystoseira barbata* (Phaeophyta) ve $0,172\pm 0,017$ değeriyle *Ulva rigida* (Chlorophyta) türleri gelmektedir. En düşük toplam karoten miktarı ise $0,020\pm 0,002$ mg/g değeriyle *Ulva lactuca*'da ölçülmüştür. Ayrıca ortalama olarak bakıldığında toplam karoten miktarı en düşük olan grup Rhodophyta ($0,056$ mg/gr), en yüksek grup ise Chlorophyta ($0,203$ mg/gr) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4a).

Klorofil- a miktarı en yüksek olan tür ise $0,319\pm 0,008$ mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. *Chaetomorpha linum*'u takiben sırasıyla $0,185\pm 0,012$ mg/g değeriyle *Ulva rigida* (Chlorophyta) ve $0,128\pm 0,015$ değeriyle *Cystoseira barbata* (Phaeophyta) türleri gelmektedir (Şekil 4b). En düşük klorofil-a miktarı ise sırasıyla $0,034\pm 0,0003$ mg/g değeriyle *Gracilaria verrucosa* ve $0,035\pm 0,004$ mg/g değeriyle *Laurencia obtusa* türlerinde ölçülmüştür. Ayrıca ortalama olarak bakıldığında klorofil- a miktarı en düşük olan grup Rhodophyta ($0,046$ mg/g), en yüksek grup ise Chlorophyta ($0,156$ mg/g) olarak tespit edilmiştir.

**Şekil 4.** İzmir Körfezinden toplanan makroalg türlerinin pigment analizleri a) Toplam karoten miktarları b) Klorofil-a miktarları**TARTIŞMA ve ÖNERİLER**

Dünya genelinde 250 sucul bitki türünün ticari amaçla kullanıldığı bunlardan 150 tanesinin insan gıdası olarak tüketildiği bildirilmektedir (Kumari vd., 2010). Genellikle sucul bitkiler olarak adlandırılan denizel makro algler, pigmentlerine, morfolojilerine, anatomi ve besinsel kompozisyonlarına göre kırmızı (Rhodophyta), kahverengi (Phaeophyta) ve yeşil (Chlorophyta) makro algler olarak sınıflandırılmaktadırlar (Rameshkumar vd., 2012). İzmir körfezinde Chlorophyceae (Yeşil alg), Rhodophyceae (Kırmızı Alg) ve Phaeophyceae (Kahverengi alg) sınıflarına ait türlerin 3 farklı istasyonda bulunduğu saptanmıştır. Yeşil Alg sınıfına ait *Ulva rigida*, *Ulva lactuca*, *Ulva compressa*, *Chaetomorpha linum* Kırmızı alg sınıfına ait

Gracilaria verrucosa, *Gracilaria gracilis*, *Gracilaria sp.*, *Laurancia papillosa*, *Laurencia obtusa*, *Corallina officinalis* ve Kahverengi alg sınıfına ait *Cystoseira barbata*, *Cystoseira crinita*, *Halopteris scoparia* türlerinin tür tanımlaması yapılmıştır.

Algal pigmentler arasındaki fark, fotosentez işlemi için farklı derinliklerde ışık yakalamayı optimize etmek için gereken çevresel bir adaptasyondur (Haryatfrehni vd., 2015). Klorofil, karotenoid ve fikobilin olmak üzere üç tür makroalgal pigment vardır (Masojidek vd., 2013). İzmir Körfezinden toplanan tüm örneklerde karoten varlığı tespit edilmiştir. Toplam karoten miktarı en yüksek olan tür 0,532±0,01 mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. En düşük toplam karoten miktarı ise 0,020±0,002 mg/g değeriyle *Ulva lactuca*'da ölçülmüştür. Dere vd., (2003) Marmara Denizinin ve Gemlik-Karacaali kıyılarından topladıkları *U. rigida* ve *U. lactuca* makro alglerinde sırasıyla 50-80 µg/g yaş ağırlık ve 50-170 µg/g yaş ağırlık hesapladıklarını bildirmişlerdir. Yine Marmara Denizi Erdek-Ormanlı kıyılarındaki *U. rigida* türünde 10-40 µg/g yaş ağırlık değerlerini bildirdiler (Dere vd., 2003). Durmaz vd., (2008b) Sinop körfezinden topladıkları *Cystoseira spp.*, *Ulva spp.* ve *Zostera spp.* örneklerin de toplanan karoten anlizleri sonucunda sırasıyla 0,81±0,15 µg/g kuru ağırlık, 0,31±0,03 µg/g kuru ağırlık ve 1,91±0,14 µg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Alglerin klorofil miktarı türe, biyolojik ve fizikokimyasal faktörlere bağlı olarak değişim gösterir (Ramaraj vd., 2013).

Klorofil, algal biyomastan elde edilen en önemli biyoaktif bileşiktir. İlaç ve kozmetik ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanıldığı gibi, doğal pigment olarak da kullanılır. Buna ek olarak pigmentlerin, antioksidan özellikleri vardır (Gündoğan vd., 2005; Hosikian vd., 2010). Klorofil- a miktarı en yüksek olan tür ise 0,319±0,008 mg/g değeriyle *Chaetomorpha linum* (Chlorophyta) olarak tespit edilmiştir. En düşük klorofil-a miktarı ise sırasıyla 0,034±0,0003 mg/g değeriyle *Gracilaria verrucosa* ve 0,035±0,004 mg/g değeriyle *Laurencia obtusa* türlerinde ölçülmüştür. Dere vd., (2003) Marmara Denizinin ve Gemlik-Karacaali kıyılarından topladıkları *U. rigida* ve *U. lactuca* makro alglerinde sırasıyla klorofil-a, 140-180 µg g⁻¹ yaş ağırlık ve 220-390 µg/g yaş ağırlık hesapladıklarını bildirmişlerdir. Durmaz vd., (2008a) Sinop körfezinden topladıkları *Ulva spp.* örneklerinde klorofil-a değeri olarak 706.8±0.7 µg g⁻¹ kuru ağırlık tespit etmişlerdir. Tespit edilen bu değerler arasındaki farklılık türlerin çeşitliliği yanı sıra hem bölge iklim şartlarının hem de denizlerin farklı sıcaklıklarda olmasına bağlanabilir.

Karotenoidler farmasötik, endüstriyel ve ekonomik değeri olan bileşiklerdir ve potansiyel antioksidan olarak kabul edilmektedir (Giordano vd., 2012). Bazı karotenoidlerin provitamin-A özelliğinde olduğu (β-karoten) kanıtlanmıştır. Vitamin A eksikliği özellikle 90'lı yıllarda 1-4 yaş arası çocuklarda dünya çapında yıllık 1,2 milyon can kaybına neden olmuştur. Birçok patolojik risk azaltma üzerine yapılan bir araştırmalarda günlük alınan karotenoid takviyesinin etkin olduğu ortaya konulmuştur. Klorofil ve türevleri, gıda ürünlerinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Bunun yanında, farmakolojik ürünlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı çalışmalarda yaraların iyileşmesini %25 hızlandırdığı belirtilmektedir (Cardozo vd., 2006).

Makroalgal pigmentin miktarı çevresel faktörlerin ekstrem değerlere çıkmasından (tuzluluk, sıcaklık, besin maddeleri ve yoğun ışınım değişimlerinden) etkilenir ve yüksek oranda pigment üretimine neden olur (Marin vd., 1998; Boussiba vd., 1999; Zucchi ve Necchi 2001).

Kurutulmuş ve toz haline getirilmiş algal biyomas yenilikçi fonksiyonel gıda üretimlerinde yeni içeriklerin eklenebilmesi (lipid ve lipid benzeri içerikler) ve kontrol özellikleri nedeniyle kullanılabilir. Özellikle bisküvi nispeten daha geleneksel ve bilinen bazı alglerle üretilmesi denenmiş bir üründür (Batista vd., 2013; Gouveia vd., 2007). Buna ek olarak gıda endüstrisinde, sağlıklı gıda üretimi için önemli bir kaynaktır. Renk, gıdalar için çok önemli karakteristik bir özelliktir. Yiyecekler hakkındaki ilk izlenimlerimizi ve yargılarımızı, gıdaların renkleri ve ürün üzerlerindeki yayımları oluşturmaktadır. Gıdaların lezzetli olup olmadıklarına, taze ya da bayat olduklarına, yenilebilir durumda olup olmadıklarına ilk olarak görünümüne bakarak karar verilir. Renklerin, gıdalarda beklentileri karşılama adına önemli bir kriter olması sebebiyle üretimde renklendirme işlemi uygulanmaktadır. Gıdanın işleme esnasında kaybettiği rengin geri kazandırılması, rengin gıda üzerinde homojen olarak dağılması, gıdanın sahip olduğu rengin iyileştirilmesi ve renksiz gıdalara renk kazandırılması amacıyla renklendirme işlemi yapılmaktadır (Gouveia vd., 2007).

Sucul bitkiler değerli protein, selüloz, vitamin, çoklu doymamış yağ asitleri, makro ve iz elementler içermektedir (Ortiz vd., 2006). Bununla birlikte, sucul bitkilerin besin madde kompozisyonları türe, habitata, olgunluğuna, çevresel koşullara ve mevsime göre değişmektedir (Ito ve Hori, 1989). Genellikle yeşil ve kırmızı makrofitler (%10- 30 kuru ağırlık) kahverengi makrofitlere (%5-15 kuru ağırlık) oranla daha fazla protein içerirler. Denizel makrofitlerin lipid içerikleri ise kuru ağırlık için %1- 6 arasındadır (Rameshkumar vd., 2012). Deniz bitkileri birçok ülkede endüstriyel ürün, gübre ve besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Asya'da temel kullanım alanı insan gıdasıdır. Japonya, Kore ve Çin'de makro alg (deniz bitkileri) yetiştiriciliği büyük bir endüstridir. Fakat makro alglerin endüstriyel kullanımı fikokoloitler gibi özel biyokimyasalların ekstraksiyonu ile sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte fermantasyon ve piroliz için endüstriyel düzeyde kullanımı henüz söz konusu değildir. Ancak ileride makro alglerin bu yönde de kullanımının mümkün olabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada elde ettiğimiz veriler doğrultusunda İzmir Körfezi'ndeki bazı makro alg türlerinin pigment kaynağının ekonomik değerleri ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca yağ asitleri, protein gibi önemli algal metabolit değerlerindeki araştırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje Numarası: FLP-2019-21237) Yazarlar, hem arazide hemde laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan öğrencilerimizden Ayberk Bayrak, Dilara Aksakal Nedim Erman Bilişik ve Burak Eren'e teşekkürlerini sunar.

ETİK STANDARTLARA UYUM**Yazar katkıları**

Yazar YD çalışmayı tasarlamıştır. Yazar SY ve YD makalenin ilk taslağını yazmıştır. AK ve SU arazi çalışmalarında yer almıştır. Tüm yazarlar tür tanımlaması ve örneklerin hazırlanmasında yer almışlardır. Tüm yazarlar son makaleyi okudu ve onaylamıştır.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

İnsan Hakları Beyanı




Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Batista, A.P., Gouveia, L., Bvearra, N.M., Franco, J.M. & Raymundo, A., (2013). Comparison of microalgal biomass profiles as novel functional ingredient for food products. *Algal Resource*, 2: 164-173.
- Boussiba, S., Bing, W., Yuan, J.P., Zarka, A. & Chen, F., (1999). Changes in pigments profile in the green algae *Haeamtococcus pluvialis* exposed to environmental stresses, *Biotechnol Lett.*, 21, 601–604.
- Cardozo, K.H.M., Guaratini, T., Barros, M.P., Falcao, V.R., Tonon, A.P., Lopes, N.P., Campos, S., Torres, M.A., Souza, A.O., Copepicolo, P. & Pinto, E., (2006). Metabolites from algae with economical impact, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 146:60-78.
- Dere, Ş., Dalkıran, N., Karacaoğlu, D., Yıldız, G., & Dere, E., (2003). The determination of total protein, total soluble carbohydrate and pigment contents of some macroalgae collected from Gemlik-Karacaali (Bursa) and Erdek-Ormanlı (Balıkesir) in the Sea of Marmara, Turkey. *Oceanologia*, 45(3): 453-471.
- Durmaz, Y., H.A., Duyar, Ş., Gökpinar, L., Taskaya, Y.Ö., Öğretmen, N.M., Bandarra & N.M. Nunes (2008b). “Fatty Acids, α -tocopherol and Total Pigment Contents of *Cystoseira spp.*, *Ulva spp.* and *Zostera spp.* from Sinop Bay (Turkey)” *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 2 (3): 111-114.
- Durmaz, Y., H.A., Duyar, Ş., Gökpinar, Y.Ö., Öğretmen & N.M. Bandarra, (2008a). “*Ulva spp.* (Sinop, Karadeniz) Türünün Yağ Asitleri, A-Tokoferol ve Toplam Pigment Miktarının Araştırılması” *Journal of FisheriesScience.com*, 2(3), 350-356.
- Giordano, P., Scicchitano, P., Locorotondo, M., Mandurino, C., Ricci, G., Carbonara, S., Gesualdo, M., Zito, A., Dachille, A., Caputo, P., Riccardi, R., Frasso, G., Lassandro, A., Di Mauro & Ciccone, M.M., (2012). Carotenoids and Cardiovascular Risk *Curr Pharm Des*, 18: 5577-5589.
- Gouveia L., Nobre B.P., Marcelo F.M., Mrejen S., Cardoso M.T., Palavra A.F. & Mendes R.L., (2007). Functional food oil coloured by pigments extracted from microalgae with supercritical CO₂. *Food Chemistry* 101 (2007) 717–723.
- Gündoğan, N., Citak, S., Yücel, N. & Devren, A., (2005). A note on the incidence and antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* I isolated from meat and chicken samples. *Meat Science* 69(4):807-10.
- Haryatfrehni, R., Dewi, S.C., Meilianda, A., Rahmawati, S. & Sari, I.Z.R., (2015). Preliminary Study the Potency of Macroalgae in Yogyakarta: Extraction and Analysis of Algal Pigments from Common Gunungkidul Seaweeds. *Procedia Chemistry* 14: 373–380.
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R. & Danquah, M.K., (2010). Chlorophyll Extraction from Microalgae: A Review on the Process Engineering Aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, Article ID 391632, p:11.
- Ito, K., & Hori, K. (1989). Seaweed: chemical composition and potential food uses. *Food reviews international*, 5(1), 101-144.
- Kumari, V., Antonova, E., Fannon, D., Peters, E.R., Ffytche, D.H. & Premkumar, P., (2010). Beyond dopamine: functional MRI predictors of responsiveness to cognitive behaviour therapy for psychosis. *Front Behav Neurosci*; 4:4
- Limantara, L., P. Koehler, B. Wilhelm, R.J. Porra & H. Scheer. (2006). Photostability of Bacteriochlorophyll a and Derivatives: Potential Sensitizer for Photodynamic Tumor Therapy. *Photochemistry and Photobiology* 82: 770-780.
- Marin, N., Morales, F., Lodeiros, C. & Tamigneaux, E., (1998). Effect of nitrate concentration on growth and pigment synthesis of *Dunaliella salina* cultivated under low illumination and preadapted to different salinities, *J. Appl. Phycol.*, 10, 405–411.
- Masojidek, J., Torzillo, G., & Koblizek, M., (2013). Photosynthesis in Microalgae. *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology*, Second Edition. Edited by Amos Richmond and Qiang Hu. P:21-36.

- Ortiz, J., Romero, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernandez, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A. & Rios, A., (2006). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry* 99 (1): 98–104.
- Pinchetti, J.L.G., Fernández, E.C., Diez, P.M. & Reina, G.G., (1998). Nitrogen availability influences the biochemical composition and photosynthesis of tank-cultivated *Ulva rigida* (Chlophyta), *Journal of Applied Phycology*, 10: 383-389.
- Ramaraj, R., Tsai, D.D.W. & Chen, P.H. (2013). Chlorophyll is not accurate measurement for algal biomass. *Chiang Mai Journal of Science*, 40, 547-555.
- Rameshkumar, S., Ramakritinan, C.M. & Yokeshbabu, M. (2012). Proximate composition of some selected seaweeds from Palk bay and Gulf of Mannar, Tamilnadu, India. *Asian Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences* 3(16), 1-5.
- Sanchez M.D., Mantell, C., Rodríguez, M., Martínez de la Ossa, E., Lubián, L.M. & Montero O., (2005). Supercritical fluid extraction of carotenoids and chlorophyll-a from *Nannochloropsis gaditana*, *Journal of Food Engineering*, 66: 245–251.
- Topcuoğlu, S., Ergül, H. A., Baysal, A., Ölmez, E. & Kut, D., (2003). Determination of radionuclides and heavy metal concentrations in biota and sediment samples from Pazar and Rize stations in the eastern Black Sea. *Fre. Environ.Bull.* 12: 695-699.
- Zou, N. & Richmond, A., (2000). Light-path length and population density in photoacclimation of *Nannochloropsis* sp. (Eustigmatophyceae). *Journal of Applied Phycology*, volume 12, p: 349-354.
- Zucchi, M.R., & Necchi Jr, O., (2001). Effects of temperature, irradiance and photoperiod on growth and pigment content in some freshwater red algae in culture. *Phycological Research*, volume 49, Issue 2, p: 103-114.

Karadeniz Kıyılarında Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Balığının Mevsimsel Olarak Boy-Ağırlık İlişkisi ve Besin Madde Bileşimleri Değişimi

Süleyman ÖZDEMİR , Hünkar Avni DUYAR , Uğur ÖZSANDIKÇI 

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop/Türkiye

*E-mail: suleymanozdemir57@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:
08/10/2020
Kabul Tarihi:
02/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Hamsi
Boy-ağırlık ilişkisi
Boy kompozisyonu
Besin madde bileşenleri
Karadeniz

Öz

Bu çalışmada Karadeniz'in en önemli pelajik türü olan hamsi balığının mevsimsel olarak avcılığı ve besin madde bileşenlerinin (ham protein, ham yağ, ham kül, nem, karbonhidrat ve enerji) değişimleri incelenmiştir. Araştırmanın avcılık verileri Sinop bölgesi kıyılarında avcılık yapan ticari balıkçı gemilerinden 15 Ekim 2019 - 15 Haziran 2020 tarihleri arasında temin edilmiştir. Araştırmada toplam 3885 adet hamsi balığı incelenmiştir. Avlanan balıkların ortalama boyları sonbahar mevsiminde 10.03±0.06 cm, kış mevsiminde 10.97±0.02 cm, ilkbahar mevsiminde 10.67±0.07 cm ve yaz 9.81±0.03 cm olarak hesaplanmıştır. Boy ağırlık ilişkileri ise mevsimsel olarak sırasıyla $W=0.0082L^{2.8425}$, $W=0.0103L^{2.7863}$, $W=0.092L^{2.8288}$ ve $W=0.007L^{2.8854}$ olarak saptanmıştır. Hamsi balığının besin bileşimi mevsimsel olarak sırasıyla ham protein için 18.33±0.43; 17.77± 0.60; 18.68± 0.17; 17.71±0.30, ham yağ için 5.20±0.41; 10.35±1.06; 5.89±0.24; 3.03± 0.23, kül için 1.35±0.18; 1.22±0.17; 1.17±0.10; 1.20±0.05, nem için 73.28±1.02; 68.54±2.28; 73.56±0.70; 77.42±0.84; karbonhidrat için 1.84; 2.13; 0.69; 0.82 ve enerji (kcal) için 160.14±0.52; 206.99±0.97; 164.19±0.28; 132.04±0.35 şeklinde belirlenmiştir. Araştırmada hamsi balığının mevsimsel olarak boy kompozisyonunun ve besin madde bileşim değerlerinin değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Seasonal Variation of Length-Weight Relationships and Proximate Composition of Anchovy

Article Info

Received:
08/10/2020
Accepted:
02/12/2020

Keywords:

Anchovy
LWRs
Length Composition
Proximate Composition
Black Sea

Abstract

In this study, the seasonal fishing and proximate composition changes of the anchovy fish, which is the most important pelagic species of the Black Sea, were investigated. The catch data of the study was obtained from commercial fishing vessels fishing in the coasts of Sinop province between 15 October 2019 and 15 June 2020. A total of 3885 anchovies were examined in the study. The average length of the fish caught was calculated as 10.03±0.06 cm in autumn, 10.97±0.02 cm in winter, 10.67±0.07 cm in spring and 9.81±0.03 cm in summer. Length and weight relationships of anchovy were found as $W=0.0082L^{2.8425}$, $W=0.0103L^{2.7863}$, $W=0.092L^{2.8288}$ and $W=0.007L^{2.8854}$ respectively. The seasonal food component of anchovy were determined to 18.33±0.43; 17.77± 0.60; 18.68± 0.17; 17.71±0.30 for protein, 5.20±0.41; 10.35±1.06; 5.89±0.24; 3.03± 0.23 for lipid, 1.35±0.18; 1.22±0.17; 1.17±0.10; 1.20±0.05 for ash, 73.28±1.02; 68.54±2.28; 73.56±0.70 for moisture, 77.42±0.84; 1.84; 2.13; 0.69; 0.82 for carbohydrate and 160.14±0.52; 206.99±0.97; 164.19±0.28; 132.04±0.35 energy (kcal), respectively. In the study, it was determined that the size composition and proximate composition values of anchovy vary seasonally.

Atf bilgisi/Cite as: Özdemir, S., Duyar, H.A. & Özsandıkçı, U., (2020). Karadeniz kıyılarında avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) balığının mevsimsel olarak boy-ağırlık ilişkisi ve besin madde bileşimleri değişimi. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 53-62.

GİRİŞ

Balıklar ve diğer sucul canlılar sağlıklı ve kaliteli beslenme yönünden yararlanabileceğimiz önemli besin kaynaklarından biridir. Bu kaynağın doğru yöntemlerle elde edilmesi ve kullanılması sürdürülebilirlik ve maksimum faydalanma için gereklidir. Türkiye'de de bütün dünyada olduğu gibi su ürünleri üretiminin önemli miktarı avcılık faaliyetleri ile denizlerimizden sağlanmaktadır.

Türkiye’de su ürünleri açısından en yüksek üretim Karadeniz’de gerçekleştirilmektedir. Avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretimimizin yaklaşık % 75 lik oranını hamsi balığı oluşturmaktadır. Açıklanan su ürünleri istatistiklerine göre 2019 yılında toplam 262 544 ton hamsi avcılığı yapılmış olup bunun 83 031 tonu taze tüketime sunulurken 179 513 tonu ise balık unu-yağı sektöründe değerlendirilmiştir (TÜİK, 2019). Hamsi balığı boyut olarak Karadeniz’de avlanan palamut, lüfer, tirsi ve istavrit gibi diğer pelajiklere göre küçük olmasına rağmen geniş ve derin sürüler oluşturması nedeniyle tonlara ulaşan av miktarına çok kolayca ulaşabilmektedir (Samsun vd., 2006; Özdemir vd., 2007; Erdem vd., 2008).

Hamsi Karadeniz’de hem üreme hem de beslenme göçü yapan pelajik ve aktif bir tür olması nedeniyle avcılığı hareketli (aktif) av araçlarından ortasu trolü (sürüklenme) ve gırgır (çevirme) ile yapılmaktadır. Aktif av aracı sürü oluşturan balıkların izlenmesi, bulunduğu bölgenin çevrilmesi (gırgır) ya da su tabakasının taranması (trol) yoluyla avcılığın gerçekleştiği av araçlarıdır (Özdemir vd., 2006; Erdem ve Özdemir, 2008). Trol ağları bu av araçları içinde avlanma etkinliği ve özellikle seçiciliği yüksek olanıdır. Trol ağları hem pelajik hem de demersal balıkların avcılığına olanak verirken su içerisinde istenilen seviyede kullanılabilmesi ile tür seçiciliğinin sağlanmasında da ayrıca bir etkinliğe sahiptir (Erdem ve Erkoyuncu, 1997; Kalaycı vd., 2007; Erdem vd., 2007; Özdemir ve Erdem, 2010).

Hamsi balığı avcılık sektöründeki önemi yanında balık unu-yağı endüstrisinde de dikkati çekmektedir (Duyar ve Bayraklı, 2005; Erdem vd., 2006; Özdemir vd., 2007). Özellikle av sezonunun başından sonuna kadar balık unu-yağı fabrikalarında işlenen hamsi ve çaça balıkları ulusal düzeyde ülkemiz su ürünleri üretimine, insan kaynaklarının etkin kullanımı ile istihdama ve küresel boyutta ticari olarak ihracatımıza yetiştiricilikte de kullanılarak çok büyük katkılar sunmaktadır. Tüm bunlara ek olarak hamsi balığı içerdiği yüksek protein ve omega 3-6 yağları açısından insan beslenmesinde ve sağlıklı bir yaşam için oldukça gerekli bir gıdayı oluşturmaktadır (Duyar, 2016; Bayraklı vd., 2019).

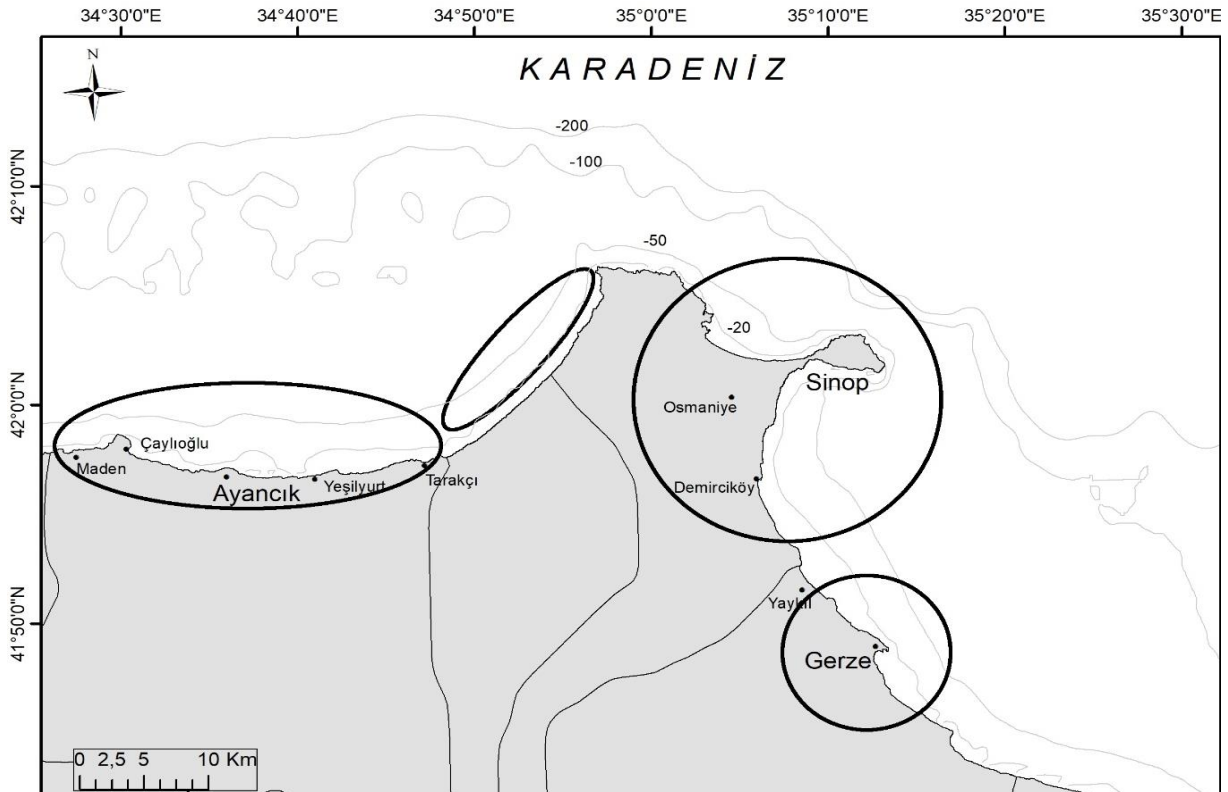
Yapılan bu çalışmada Karadeniz kıyılarında mevsimsel olarak avlanan hamsi balığının balıkçılık biyolojisi açısından bazı verilerinin değerlendirilmesi ve besin madde bileşiminin değişimi incelenmiştir.

Hamsi avcılığında ve besin kompozisyonunda mevsimsel olarak bir farkın olup olmadığı, tüm kriterler dikkate alındığında hamsinin su ürünleri avlama ve işleme teknolojileri açısından önemi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma Karadeniz’in önemli balıkçılık merkezlerinden olan Sinop bölgesi kıyılarında ticari faaliyet gösteren balık gemilerinden alınan hamsi balıklarının incelenmesi ve analizlerinin yapılması ile yürütülmüştür (Şekil 1). Bölgenin doğusunda ve batısında farklı özelliklerde balıkçılık faaliyetleri yapılmaktadır. Sinop ili İnceburun batısında ortasu trolü ve gırgır balıkçılığı yapılabilirken, Sinop ili ve Gerze arasında trol avcılığına izin verilmediğinden gırgır ve uzatma ağı avcılığı ön plana çıkmaktadır.

Avcılık faaliyetleri ile örneklerin alınması 15 Ekim 2019-15 Haziran 2020 tarihleri arasında mevsimsel olarak yapılırken, besin bileşimlerinin analizleri de avcılığa paralel olarak devam ettirilmiştir. Araştırma verileri bölgede avcılık yapan gırgır, ortasu trolü ve uzatma ağı teknelerinden alınmıştır.



Şekil 1. Araştırma verilerinin toplandığı bölgeler

Biyolojik Verilerinin Değerlendirilmesi

Avlanan hamsilerden 1 mm hassasiyetle toplam boy (cm), 0.01 g hassasiyetle toplam ağırlık (g) ve makroskopik olarak cinsiyet (dişi ve erkek) verileri alınmıştır. Boy ve ağırlık ölçümlerinden boy ağırlık ilişkisi mevsimsel olarak hesaplanmıştır. Hesaplama Ricker (1973) ve Pauly (1984) tarafından önerilen $W=aL^b$ formülünden yararlanılmıştır.

Formülde;

W=Balığın ağırlığı,

L=Balığın total boyu,

a ve b regresyon katsayılarıdır.

Ayrıca

“a” değeri Fulton’un kondisyon faktörü,

“b” değeri tıknazlık katsayısını ifade etmektedir.

Balığın içine bulunduğu şartlara göre “b” değerinin 3’e eşit (izometrik) olması, 3 den büyük veya küçük (pozitif (+) allometrik ya da negatif (-) allometrik) olmasının önem kontrolünde “t” student testi kullanılmıştır.

Besin Madde Bileşenlerinin Analizleri

Ticari teknelerden alınan hamsi balıkları buzlu strafor kutularda laboratuvara getirilmiş ve analizleri yapılmıştır. Besin bileşimi analizlerinden ham protein Kjeldahl metoduna (AOAC, 1998), ham yağ analizi Bligh ve Dyer (1959), nem Ludorf ve Meyer (1973), ham kül tayini ise (AOAC, 1984) referans alınarak tespit edilmiştir. Karbonhidrat analizi ve enerji hesapları Merrill ve Watt (1973)’ e göre yapılmıştır.

Hamsi balığının mevsimsel olarak besin bileşimleri arasındaki farkın istatistiksel yönden kontrol edilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Office 2019 Excell ile istatistiksel testlerin analizlerinde Minitab 17.0 paket programından faydalanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Orta Karadeniz kıyılarından ortasu trolü, gırgır ve uzatma ağları ile avlanana hamsi balıklarından yapılan alt örnekleme ile toplam 3885 adet hamsi balığının boy, ağırlık ve cinsiyet verileri incelenmiştir. Balıkların 2058 adeti dişi birey ve 1827 adeti erkek birey olarak analiz edilmiştir. Rastgele örnekleme yöntemi ile balıklardan alınan etlerden besin bileşimini mevsimsel olarak ortaya konulmuştur.

Hamsinin Boy, Ağırlık ve Cinsiyet Kompozisyonu

Örneklenen hamsi balığının tüm bireyler için ortalama boyu 10.37 ± 0.04 cm olarak hesaplanırken dişi ve erkek balıklar için sırasıyla 10.11 ± 0.05 cm ve 10.72 ± 0.03 cm olarak belirlenmiştir. Mevsimsel olarak en yüksek ve en düşük ortalama boy değerleri 9.81 ± 0.03 cm ve 10.97 ± 0.02 cm ile yaz ve kış mevsimlerinde saptanmıştır ($P<0.05$). Ortalama ağırlık olarak ise 9.88 ± 0.06 g ile kış mevsiminde en yüksek, 8.75 ± 0.07 g ile sonbahar mevsiminde en düşük değerler elde edilmiştir. Hamsi balığının cinsiyetine göre boy ve ağırlık değerleri mevsimsel olarak Tablo 1. de gösterilmiştir.

Tablo 1. Hamsi balıklarının mevsimsel olarak boy ve ağırlık verileri

Mevsim	Cinsiyet	Boylar (cm)			Ağırlıklar (g)		
		Maks.	Min.	Ortalama	Maks.	Min.	Ortalama
Sonbahar	♂	12.2	8.8	10.38 ± 0.05	12.51	8.7	8.84 ± 0.09
	♀	12	9.6	10.08 ± 0.06	12.34	9.6	8.55 ± 0.01
	♂+♀	12.2	8.8	10.03 ± 0.06^a	12.51	8.7	8.75 ± 0.07^a
Kış	♂	13.8	7,6	11.21 ± 0.03	13.85	4.21	9.75 ± 0.08
	♀	13.5	5.9	10.71 ± 0.03	13.52	1.89	9.27 ± 0.09
	♂+♀	13.8	5,9	10.97 ± 0.02^b	13.85	1.89	9.88 ± 0.06^b
İlkbahar	♂	13.4	7.5	11.02 ± 0.06	13.23	7.6	9.27 ± 0.08
	♀	13.7	7.7	10.33 ± 0.05	13.44	7.4	9.35 ± 0.11
	♂+♀	13.7	7.5	10.67 ± 0.07^b	13.44	7.4	9.42 ± 0.09^b

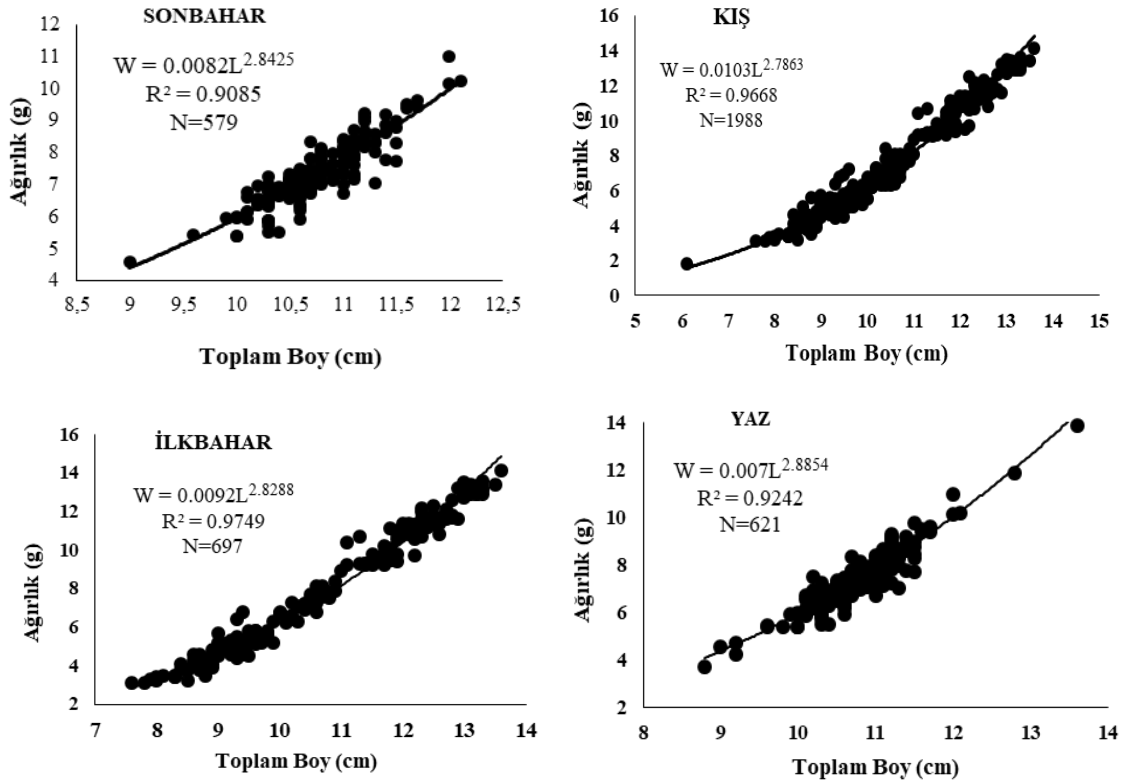
Tablo 1. Hamsi balıklarının mevsimsel olarak boy ve ağırlık verileri (devam)

Yaz	♂	13.6	8.6	10.16±0.04	13.91	4.47	9.24 ± 0.11
	♀	12.8	7.8	9.27±0.05	10.64	3.72	9.09 ± 0.10
	♂+♀	13.6	7.8	9.81±0.03^{ac}	13.91	3.72	9.33 ± 0.07^b

Test: a,b,c ↓ farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Tüm hamsi balıkları için boy-ağırlık ilişkileri genel olarak $W=0.0084L^{2.8948}$ olarak tespit edilirken, dişi bireyler için $W=0.0775L^{2.8252}$ ve erkek bireyler için $W=0.0889L^{2.8668}$ olarak hesaplanmıştır. Hamsi balığının genel, dişi ve erkek bireyleri için büyümenin negatif (-) allometrik özellikte olduğu belirlenmiştir.

Hamsi balığı için en yüksek “b” değeri 2.8854 ile yaz mevsiminde elde edilirken en düşük 2.7863 ile Kış mevsiminde hesaplanmıştır. Diğer bir parametre olan “a” için en yüksek ve en düşük değerler benzer şekilde yaz ve kış mevsimlerinde elde edilmiştir. Hamsi balığının mevsimsel olarak boy-ağırlık ilişkilerine ait grafikleri Şekil 2 de gösterilmiştir.

**Şekil 2.** Hamsi balığının mevsimlere göre boy-ağırlık ilişkisi grafikleri

Hamsinin Besin Kompozisyonu

Hamsi balığında mevsimlik olarak ham protein, ham yağ, ham kül, nem, karbonhidrat ve enerji (kcal/100g) değerleri tespit edilerek Tablo 2 de gösterilmiştir. En yüksek ham protein değeri 18.68 ± 0.17 ile ilkbaharda, en düşük ham protein değeri 17.71 ± 0.30 ile yaz mevsiminde belirlenmiştir. Ham yağ değeri en yüksek kış mevsiminde 10.35 ± 1.06 oranında bulunurken en düşük ham yağ oranı yaz mevsiminde 3.03 ± 0.23 olarak tespit edilmiştir. Ham kül değerleri arasında fazla bir değişim olmamış, en düşük ham kül oranı yaz mevsiminde (1.02 ± 0.05) en yüksek oran ise sonbaharda (1.35 ± 0.18) belirlenmiştir. Nem oranı en düşük kış mevsiminde 68.54 ± 2.28 olarak bulunmuş, en yüksek 77.42 ± 0.84 oranında yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Enerji miktarı hesaplamasında kış mevsiminde hamsi balıklarının diğer aylara göre daha fazla enerji değerine sahip olduğu belirlenmiş (206.99 ± 0.97 kcal/100g), enerji değerinin en düşük olduğu mevsimin ise yaz olduğu tespit edilmiştir (132.04 ± 0.35 kcal/100g).

Tablo 2. Hamsinin mevsimsel olarak besin kompozisyonu

Mevsimler	Cinsiyet	Besin Kompozisyonu					
		Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Nem (%)	Karbonhidrat (%)	Enerji (Kcal/100g)
Sonbahar	♂+♀	18.33±0.43	5.20±0.41	1.35±0.18	73.28±1.02	1.84	160.14±0.52
Kış	♂+♀	17.77±0.60	10.35±1.06	1.22±0.17	68.54±2.28	2.12	206.99±0.97
İlkbahar	♂+♀	18.68±0.17	5.89±0.24	1.17±0.10	73.56±0.70	0.69	164.19±0.28
Yaz	♂+♀	17.71±0.30	3.03±0.23	1.02±0.05	77.42±0.84	0.82	132.04±0.35

Avcılık Durumu

Araştırmada Karadeniz’de avlanan hamsi balığının mevsimsel olarak boy, ağırlık ve cinsiyet kompozisyonunun nasıl değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca balığın boy-ağırlık ilişkisi mevsimsel olarak hesaplanmıştır. Araştırmanın avcılık verilerinden elde edilen sonuçlar ile tür üzerine yapılan diğer çalışma sonuçları ile benzerlikler ve farklılıklar bulunmaktadır. Hamsi balığı genellikle gırgır ve ortasu trol ağları ile etkin bir şekilde avlanmaktadır (Erdem ve Erkoyuncu, 1997; Samsun vd., 2006; Özdemir vd., 2018). Bununla birlikte Karadeniz kıyılarında büyük ölçekli balıkçılık yapan endüstriyel balıkçı gemilerinin avcılık izni olmadığı yaz mevsiminde küçük ölçekli kıyı balıkçıları tarafından uzatma ağları ile hamsi avcılığı yapılabilmektedir. Özellikle bölgede yerel olarak bulunan ve Karadeniz’in tamamını kapsayan büyük hamsi göçüne katılmayan bu küçük stoklar yıl boyu uzatma ağlarında gözlenebilmektedir (Özdemir vd., 2017).

Son 50 yıl boyunca değişen Karadeniz ekosistemi hamsinin beslenme ve üreme göçü üzerinde de etkili olmaya başlamıştır (Bat vd., 2007; Gücü vd., 2017). Mevsimsel olarak deniz ortamında görülen besin değişimleri, diğer türlerin durumu, kirlilik, istilacı türlerin gelişi ve sisteme yerleşmesi ile yerel birçok tür üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmekte ve stoklar üzerinde değişimlere yol açabilmektedir. Bu yaklaşımla hamsinin boy, ağırlık ve cinsiyet kompozisyonunda, boy-ağırlık ilişkisinde, balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiklerinde yıl boyunca değişimlerin olması beklenen bir durumdur. Bu konular üzerine yapılan birçok çalışma mevcuttur ve Karadeniz için hamsi konusu güncelliğini halen korumaktadır (Kayalı; 1998; Mutlu, 2000; Samsun vd., 2004; Samsun vd., 2006; Özdemir vd., 2007; Erdem ve Özdemir, 2008; Sağlam ve Sağlam, 2013; Özdemir vd., 2018).

Hamsi balığının ortalama boyu (11.28±0.04 cm) su ürünleri tebliğinde belirtilen minimum avlama boyundan (9 cm) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Toplam avlanan hamsi miktarı içinde sadece %18 lik bölümü 9 cm lik boyun altında yakalanmıştır. Karadeniz’de yapılan çalışmalarda ortasu trolü ile avlanan hamsinin ortalama boyunu Bilgin ve ark. (2006) 11.3 cm, Samsun ve ark. (2006) 11.3 cm; Özdemir ve ark. (2006) 10.2 cm; Erdem ve ark. (2007) 10.8 cm; Erdem ve Özdemir (2008) 10.6 cm, Sağlam ve Sağlam (2013) 11.6 cm olarak belirlemiştir.

Karadeniz’de hamsi balığının boy-ağırlık ilişkisi üzerine yapılan çok sayıda çalışmada türün büyümesi negatif (-) allometrik ($b < 3$) tespit edilirken, birkaç çalışmada izometrik ($b = 3$) ve pozitif allometrik (+) olarak tespit edilmiştir.

Araştırmada hamsinin genel büyümesi negatif (-) allometrik olarak ($b = 2.8557$, güven aralığı 2.7875-2.9152, $p < 0.05$) belirlenirken, “b” değeri için diğer çalışma sonuçları (Özdamar vd., 1994; Şahin vd., 2006; Samsun vd., 2004; Bilgin vd., 2006; Kalaycı, vd., 2007; Özdemir vd., 2010; Yankova vd., 2011; Sağlam ve Sağlam, 2013; Özdemir ve Duyar, 2013; Yeşilçiçek vd., 2015) ile benzerlik göstermektedir. Satılmış ve ark. (2014) ise hamsi balığının izometrik ($b = 3$) büyüme, Erkoyuncu ve Özdamar (1989) ile Özdamar ve ark. (1995) da türün pozitif allometrik ($b > 3$) büyüme gösterdiğini belirtmektedir.

Bir balık türünün balıkçılık biyolojisi, populasyon dinamiği ve stokları üzerine yapılan çalışmalarda örnekleme yöntemi, yeri, zamanı, alınan örnek sayısı gibi etkenler balığın boy, ağırlık, yaş ve cinsiyet kompozisyonunu etkileyebilmektedir (Gulland, 1966; Özdemir vd., 2009; Özdemir vd., 2015). Bunlara ilişkin olarak balığın beslenme faaliyetleri, sindirim organlarının doluluk oranı veya midenin boş olması, gonadlarının gelişim seviyesi, üreme mevsiminde olması veya üremesini tamamlaması, yumurtalarını bırakma öncesi ve bıraktıktan sonraki evrelerinin de balığın birçok verisi üzerinde etkisinin olduğu söylenebilir.

Bu nedenle aynı tür üzerine yapılan çalışmalarda farklılıkların olması muhtemel bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak karşılaştırmada tüm verilerin ve sonuçların dikkate alınması bilimsel olarak daha doğru sonuçlara ulaşılmasında etkili olacaktır.

Besin Madde Bileşenleri

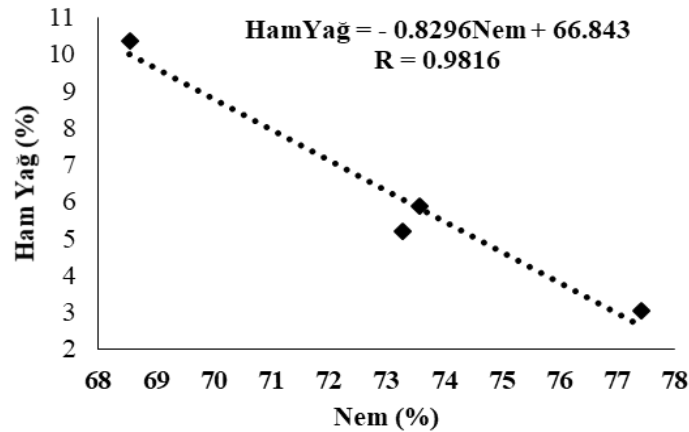
Hamsinin avcılık üzerinde meydana gelen bu değişimlerin türün besin kompozisyonu üzerine de yansıdığı düşünülmektedir. Bu nedenle araştırma da avcılık yanında hamsinin besin bileşiminin mevsimsel olarak nasıl değişim gösterdiği de ortaya konulmuştur. Bugüne kadar hamsi balığı üzerine işleme teknolojileri konularında birçok araştırma yapılmıştır.

Duyar ve Eke (2009), yaptıkları bir çalışmada hamsi balığından marinat yapmışlar, hamsinin besin bileşimini tespit etmişlerdir. Koral (2016), hamsi balığında farklı tuzlama ve depolama tekniklerini çalışmış, taze örneklerde de analizler yürütmüştür. Gençbay ve Turhan (2016), hamsi balığının besin profilini araştırmıştır. İzci ve ark. (2016), hamsiden yapılan dönerin soğuk depolanma sırasında kalite parametrelerindeki değişimleri araştırmışlardır. Duyar ve Ark. (2010), buzlanarak depolanan hamsi balığının buzdolabı koşullarında raf ömrünü tespit etmişler ve besin bileşimini araştırmışlardır. Taşkaya ark. (2018), geleneksel bir gıda olan hamsi kayganının raf ömrüne lavantanın etkisini araştırmışlar ve hamsinin kimyasal bileşimini tespit etmişlerdir. Bayraklı ve Duyar (2019), Karadeniz’de farklı hammaddelerden elde edilen balık unlarının besin kompozisyonunu araştırmışlardır. Bayraklı ve ark. (2019) hamsi ve çaça balıklarının balık unu-yağı sektöründeki durumu üzerine yaptıkları araştırmada türlerin sektör için oldukça önemli olduğunu ancak hamsi üzerindeki baskının ortasu trolü gibi seçiciliği yüksek av araçları ve alternatif bir tür olan çaça balığı ile hafifletilebileceğine vurgu yapmışlardır.

Balık ve kabuklu deniz ürünündeki ana besin maddeleri esas olarak su, proteinler ve yağdır. Balık etinde bu bileşenler toplam oranın yaklaşık % 97-98’ini oluşturur ve diğer bileşenler arasında karbohidratlar, vitaminler ve mineraller vardır. Balığın kimyasal bileşimi genellikle mevsimlere, coğrafi konumlara, olgunluk aşamalarına, besin durumuna ve boyutlarına göre değişir (Gülyavuz ve Ünlüsayın, 1999; Duyar, 2000; Bayraklı and Duyar, 2016).

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda hamsi kas dokusunda mevsimler arasında nem, ham protein, ham yağ, ham kül oranları arasında farklılık olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Kimyasal kompozisyondaki bu farklılıkların beslenme rejiminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

En düşük % nem oranı kış mevsiminde 68.57 ± 2.28 , en yüksek % nem oranı ise yaz mevsiminde 77.42 ± 0.84 olarak bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre % nem oranları kış mevsiminde sonbahar, ilkbahar ve yaz mevsimlerine göre düşük bulunmuştur. Bu durumun balığın yaz beslenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ham yağ oranı da arttıkça nem oranı azalmıştır. Hamsinin mevsimsel olarak ortalama ham yağ (%) ve nem (%) değerleri arasındaki ilişkinin grafiği Şekil 3’te gösterilmektedir. İki parametre arasında ters orantı olduğu ve aralarındaki ilişkinin oldukça kuvvetli olduğu $R (0.9816)$ değerine de yansımaktadır.



Şekil 3. Hamsi kasında % ham yağ -% nem ilişkisi

Shiau ve ark. (1997), Milkfish (*Chanos chanos*) balıklarında büyümenin kimyasal kompozisyon üzerine etkilerini araştırmışlardır. Türün ham protein ve ham yağ oranı yükseldiğinde nem oranının düştüğünü bildirmişlerdir. Değerler araştırma sonuçlarını desteklemektedir. Hamsinin üreme mevsiminde % ham yağ oranının düşük % nem miktarının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 3).

Yapılan araştırmada hamsi kas dokusunda yıllık ham yağ ortalaması % 6.12 oranında bulunmuştur. Stansby (1963)’ nin yaptığı sınıflandırmaya göre hamsi balıkları orta yağlı balıklar grubunda yer almaktadır (<%5 ham yağ %10). Deniz ürünleri, değişken protein ve yağ bileşimi gösterir ve enerji içeriği bu dağılıma bağlıdır ve bu genellikle mevsimsel değişimlerden oldukça etkilenebilir. Soriguer ve ark. (1997) balık ve kabuklu türlerinde mevsimsel olarak biyokimyasal bileşimde önemli bir varyasyon tespit etmişler, yılın belirli dönemlerinde yağlı balık türü olarak bilinen uskumruyu yağsız balık kategorisinde sınıflandırmışlardır.

Araştırmada % ham yağ miktarının özellikle balığın yumurtlama dönemi öncesi ve sonrasında (Mart-Temmuz arası) azaldığını, diğer aylarda ise artış gösterdiği belirlenmiştir. % Ham yağ oranı minimum yaz mevsimindedir (3.03 ± 0.23). Bu mevsim balığın yumurta bırakımının sona erdiği zamandır. Dolayısı ile balık kası bu mevsimde daha düşük oranda yağ içermektedir. % Ham yağ oranı yumurtlama bitiminden itibaren artmaya başlamıştır. Ackman ve Ratnayabe (1989) ve Magali ve ark. (1990), balıkların üreme dönemi öncesinde lipid ve proteinlerini kas ve karaciğerlerinde depo ettiklerini bildirmişlerdir. Balıkların üreme dönemlerinde büyük bir enerji gerektiği için özellikle yağ depolarının büyük kısmını gonad gelişimi ve gamet oluşumu için harcarlar. Çalışma sonuçlarında da bu durum açık olarak görülmektedir. Ayrıca bu aylardaki azalışın, % nem değerindeki artış ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Yumurta bırakma dönemi sonrasında balık kasında ham yağ oranı yükselmeye başlamıştır. Kış mevsiminde maksimum değere ulaşmıştır (10.35 ± 0.17). Bu durumun yaz beslenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha sonra % ham yağ oranı tekrar düşmeye başlamıştır. Bu düşüşün sebebinin, suyun

soğumasından bunun sonucunda balığın yem alımının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bandara ve ark. (1997) tarafından sardalya balıklarının yağ oranının mevsimsel değişimi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada yağ oranının en düşük olarak tespit edildiği zamanın yumurtlama dönemi yani Mart-Nisan ayları, en yüksek olduğu dönem olarak ise fazla besin aldığı dönemler olan Eylül-Ekim ayları olduğu tespit edilmiştir.

Deng ve ark. (1976)' tarafından da çizgili kefalın yağ oranının en yüksek değerlere sahip olduğu dönemin yumurtlama öncesi (Eylül-Ekim) dönemi olduğunu tespit etmişlerdir.

Dutta ve ark. (1985) ve Gill and Weatherley (1984)' e göre balık etindeki yağ miktarı balığın türüne, yaşına, cinsiyetine, mevsim ve aylara, yaşam ortamına, beslenmesine, su sıcaklığına, suyun kirliliğine doğal ya da kültür balığı olup olmadığına göre değiştiği bildirilmektedir.

Balık ve deniz omurgasızlarının etlerinde ham protein oranı; türlere, beslenme koşullarına ve kas tipine bağlı olarak yaklaşık %11 ila %24 arasında değişir (Adambi ve Kaushik, 1995).

Mendez ve ark. (1996) 6 balık türünün kimyasal bileşimi üzerine çalışmış ve protein oranının çok az değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, hamsi kasında ham protein oranı minimum yaz mevsiminde (%17.71±0.30), maksimum ilkbahar mevsiminde (18.68±0.17) bulunmuştur. Yumurta oluşumu ve bırakımını kapsayan mevsimde hamsi kasında ham protein oranında çok küçük değişimler gözlenmiş, bunun nedeninde analize alınan balıkların yaş, büyüklük, cinsiyet vb. özelliklerden ve balığın üreme hücrelerinde protein miktarının artışından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çalışma sonuçları Vuorela ve ark. (1979), Manthey ve ark. (1988), Skorski ve ark. (1990)' un yaptıkları çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Yapılan çalışma sonunda hamsi etinin ham kül oranı yaz mevsiminde en düşük (1.02±0.05), sonbaharda en yüksek (1.35±0.18) olduğu tespit edilmiştir. Ham kül oranı Gülyavuz ve Ünlüsayın (1999), Nettleton and Exler (1992) ve Long (1978)' in yapmış oldukları çalışma ile paralellik göstermektedir. Ham kül miktarında mevsimsel olarak istatistiksel bir değişim görülmemekle birlikte bu küçük dalgalanmaların nedeninin havaların soğuması sonucunda balıkların almış oldukları besinlerdeki değişimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karbonhidratlar genellikle şekerler (mono- ve disakkaritler), oligosakkaritler (üç ila dokuz monosakkarit) ve polisakkaritler (dokuzdan fazla) olarak üç geniş gruba ayrılır. Balık kasındaki karbonhidrat içeriği düşüktür ve yakalama öncesinde ve sırasında yaşanan koşullardan daha fazla etkilenir, bu da glikojen depolarının tükenmesine ve dolayısıyla karbonhidrat seviyesinde bir azalmaya yol açabilir. Ölüm sonrası anoksik koşullar altında, glikojen metabolize olmaya devam edecek, bu da laktik asidin artmasına ve pH'ın düşmesine ve sonunda taze balığın tatlı, etli karakterinin kademeli olarak kaybolmasına neden olacaktır. Araştırmada karbonhidrat miktarı 0.82 ile 2.12 arasında değişmiştir. Karbonhidrat ve enerji değerleri bakımından gruplar arasında farkın ham yağ oranındaki dalgalanmadan olduğu düşünülmektedir. Hamsi kasındaki yağ miktarı yükseldikçe enerji miktarı da artmaktadır.

Karbonhidrat ve enerji değerleri bakımından gruplar arasında farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (p>0.05). Araştırma sonunda saptanan benzer bulgunun balığın beslenmesinden ve suyun sıcak-soğuk olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak hamsi Türkiye su ürünleri üretiminde en yüksek paya sahip, tüketim alışkanlığı ve oranı olarak en değerli balığı konumundadır. Bu tür üzerine güncel araştırmaların hem avcılık hem de işleme teknolojisi olarak devam ettirilmesi gerekmektedir. Su ürünleri sanayi, taze ve işlenmiş olarak gıda sektörünün önemli bir yan koludur. Balık eti yüksek protein değeri, düşük yağ, vitamin ve mineral madde zenginliği özellikleri ile mükemmel bir gıdadır. Sadece balık eti bünyesinde bulunan çok doymamış yağ asitlerinden omega-3 serisi yağ asitleri ile balık eti insan sağlığı bakımından üstün ayrıcalığını sürdürmektedir. Araştırma materyali olan hamsi balıkları gerek bölge gerekse ülkemiz insanları tarafından en çok sevilen ve tüketilen balıktır.

Tüm bu belirtilen özellikleri dikkate aldığımızda hamsi balığının korunarak insan tüketiminde daha fazla kullanım alanlarının artırılması gerekmektedir. Balıkçılık yönetimi açısından korumanın ilk aşamasını ilk üreme boyu altındaki hamsinin avcılığının önlenmesi oluşturmaktadır. Bunun sağlanabilmesinin ilk yolu seçiciliği yüksek av araçlarının sektöre kazandırılması ve geliştirilmesidir. Bu amaçla ortasu trolünün pelajik türlerin avcılığında teşvik edilmesi önemli görülmektedir. Sonrasında balık unu-yağı sanayinde kullanılan hamsiye kota getirilmesi bu sektörde hamsi yerine çaça balığının ön plana çıkarılması önemli adımlar olarak sıralanabilir. Bununla birlikte balık unu-yağı sanayinin sezon içerisinde daha uzun süreler açık tutularak, hızla büyüyen ve ihtiyaç duyduğu yem hammaddesi için yetiştiricilik sektörüne destek verebilmesi ayrıca bu sayede üretimimize, ihracatımıza, balıkçılık sektörüne ve insan istihdamına katkısının daha da artırılması düşünülmelidir.

Teşekkür

Deniz çalışmaları, verilerin temin edilmesinde her türlü destek ve katkıyı sağlayan Sinop ili ve Samsun ili balıkçılarına çok teşekkür ederiz.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Yazar katkıları

Yazar SÖ çalışmayı tasarladı ve deniz çalışmalarına katıldı, SÖ, HAD ve UÖ makalenin ilk taslağını yazdı, HAD laboratuvar analizlerini yaptı, UÖ istatistiksel analizleri gerçekleştirdi.

Çıkar çatışması

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

İnsan Hakları Beyanı

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Ackman, R.H. & Ratnayabe, W.M.N., (1989). Fish Oils, Seal Oils, Ester And Acids Are All From Of W3 Intake Equal. Helth Effects Of Fish And Fish Oils (Editor: Chendra, R.,K.), S.373-393, Arts Biomedical Publisher &Distributors, Newfoundland
- AOAC, (1984). Official methods of analysis 14th. ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- AOAC, (1998). Official method 971.14, trimethylamine nitrogen in seafood colorimetric method in hungerford jm chapter editor. Fish and other marine products in cunniff, P. eds. Official methods of Analysis of Aoac International, Chapter 35, p 7.
- Bandara, N.M., Batista, I., Nunes, M.L., Empis, J.M. & Christie, W.W., (1997). Seasonal Changes in Lipid Composition Of Sardine (*Sardina Pilchardus*). *Journal of Food Science*, 62(1), 40-42.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F. Birinci-Özdemir, Z., Kıdeys, A.E. & Shulman, G.E. (2007). The changed ecosystem of the black sea and its impact on anchovy fisheries. *Journal of FisheriesSciences.com*, 1(4): 191-227.
- Bayraklı, B. & Duyar, HA., (2016). The Effect of Freshness on Meat Color and Chemical Composition of European Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, caught by Purse Seine in the Black Sea. *International Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engineering, (IJAAEE)*, 3(2): 266-268.
- Bayraklı, B. & Duyar, H.A., (2019). Karadeniz’de Hamsi Ununa Alternatif Olarak Üretilen Çaça Ununun Besin Bileşenlerinin Karşılaştırılması. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Dergisi*, 4(3): 545-550.
- Bayraklı, B., Özdemir, S. & Duyar., H.H., (2019). Karadeniz’de Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Çaça (*Sprattus sprattus*) Balıklarının Avcılığı ile Balık Unu-yağı İşleme Teknolojisi Üzerine Bir Araştırma. *Kastamonu Üniversitesi, Menba Su Ürünleri Dergisi* 2(2): 1-10.
- Bilgin, S., Samsun, N., Samsun, O. & Kalaycı, F., (2006). Orta Karadeniz’de 2004-2005 av sezonunda hamsinin, *Engraulis encrasicolus* L., 1758, boy-frekans analiz metodu ile populasyon parametrelerinin tahmini. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 259-364.
- Bling, E.G. & Dyer, W.J., (1959). A rapid methods of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- Deng, J.C., Orthoefer, F.T., Dennison, R. A. & Watson, M., (1976). Lipid And Fatty Acids in Mullet (*Mugil Cephalus*): Seasonal and Locational Variations. *Journal of Food Science*, 41:1479-1483.
- Dutta, H., Das, A.B. & Farkas, T., (1985). Role of Enviromental Temperature in Seasonal Changes of Fatty Acid Composition of Hepatic Lipid in Airbreathing Indian Teleost, *Channa Punctatus*, (Bloch), Comp., *Biochem., Pysiol.*, 81b: 341-347.
- Duyar, (2000). İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi* Pallas, 1811) Kas ve Yumurtasının Kimyasal Kompozisyonu ve Kroket Yapımı Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Duyar, H.A., (2016). Su Ürünleri İşleme, Nakil, Pazarlama, Balık Halleri GTHB Uygulamaları, 242-261. (Editör: Sevilay Demirel, 2023-2071 Vizyonuyla Tarım. ISBN 978-605-85250-1-6, Semih Ofset-Ankara.
- Duyar, H. A., Gargaci, A. & Keskin, İ. (2010). Buzlanarak Depolanan Hamsi Balığının (*Engraulis Engrasicholus* L., 1758) Buzdolabı Koşullarında (4±1°C) Raf Ömrünün Belirlenmesi. 1. Ulusal Hamsi Çalıştayı, Trabzon.
- Duyar, H.A. & Eke, E., (2009). Production and Quality Determination of Marinade from Different Fish Species *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 270-275.
- Erdem, Y. & Erkoyuncu, İ., (1997). Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) avcılığında kullanılan ortasu trol ağlarının seçiciliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Akdeniz Balıkçılık Kongresi*, Bildiriler Kitabı 683-691s. İzmir.
- Erdem, Y. & Özdemir, S., (2008). Karadeniz kıyılarında çift tekne ile çekilen ortasu trolü ile bazı pelajik balıkların avcılığı, *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2):78-82.
- Erdem, Y., Özdemir, S. & Satılmış, H.H., (2007). Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) avcılığında kullanılan ortasu trolünün gece-gündüz av verimi ve boy kompozisyonunun karşılaştırılması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 23(1-2) 230 -237.

- Erdem, Y., Özdemir, S., Satılmış, H.H. & Birinci Özdemir, Z., (2008). Ortasu Trolü ile Gündüz İki Farklı Periyotta Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.)' nin Av Verimi ve Boy Kompozisyonu. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(1):17-23.
- Erkoyuncu, İ. & Özdamar, E., (1989). Estimation of the age, size and sex composition and growth parameters of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black Sea. *Fisheries Research*, 7: 241-247.
- Gencbay. G. & Turhan. S., (2016). Proximate Composition and Nutritional Profile of the Black Sea Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) Whole Fish, Fillets, and By-Products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(6):864-874.
- Gulland, J.A. (1966). Manual of Sampling and Statistical Methods for Fisheries Biology, Part 1. Sampling Methods, Manual 3 FAO Manuel in Fisheries Sciences No: 3.
- Gücü, A.C., Genç, Y., Dağtekin, M., Sakınan, S., Ak, O., Ok, M. & Aydın, İ. (2017) On Black Sea Anchovy and Its Fishery. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 25:3, 230-244.
- Gülyavuz, H. & Ünlüsayın. M., (1999). Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ders Kitabı, S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 366 s. Isparta.
- İzci. L., Bilgin. Ş., Günlü. A., Çetinkaya. S., Diler. A., Genç. İ.Y. & Bolat, Y., (2016). Hamsi Balığı (*Engraulis encrasicolus*) Dönerinin Soğuk Depolama Sırasındaki Kalite Değişimleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22: 360-369.
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S. & Samsun, O. (2007). Length-weight relationship of 10 fish species caught by bottom trawl and midwater trawl from the Middle Black Sea, Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 33-36.
- Kayalı, E. (1998). Doğu Karadeniz ekosistemindeki hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.,1758) ve istavrit (*Trachurus mediterraneus*) balıklarının biyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 238 s. Trabzon.
- Koral. S., (2016). Farklı Tuzlama ve Depolama Tekniklerinin Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) Balığının Besin Değerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 9(1): 29-36,
- Long, J.W. (1978). Seafood Products Course Lecture Guide. Food Science and Technology Department. *Seafood Processing Research*, 163-175.
- Ludorf, W. & Meyer, V., (1973). Fische und fischerzeugnisse, Verlag Paul Parey, Printed in Germany bei A. W. Hayn's Erben, 297 p.
- Magali, C., Francoise, C., Henri, P., Anne, P. & Marine, P., (1990). Effects of Salmon Oil and Corn Oil on Plasma Lipid Level and Hepato-Biliary Cholesterol Metabolism in Rats. *Biocchimica Et Biophysica Acta*, 1046: 40-45.
- Mambrini, M. & Kaushik, S.J., (1995). Indispensable Amino Acid Requirements of Fish: Correspondence between Quantitative Data and Amino Acid Profi Les of Tissue Proteins, *J. Appl. Ichthyol.-Z. Angew. Ichtyol.*, 11: 240-247.
- Manthey, M., Hilge, V. & Rehbein, H., (1988). Sensory and Chemical Evaluation of Tree Catfish Species (*Silurus Glanis*, *Ictalurus Punctatus*, *Clarias Gariepinus*) from İntensive Culture. *Arch. Fischwiss.* 38(3): 215-227.
- Mendez. E., Gonjalez, R.M., Inocente, G., Giudice. H. & Grompone. M.A., (1996). Lipid Content And Fatty Acid Composition Of Fillets Of Six Fishes From The Rio De La Plato. *Journal of Food Composition and Analysis* 9: 163-170.
- Merrill, A.L. & Watt, B.K. (1973). Energy value of Foods, basis and derivation. Agriculture Research Service. United States Department of Agriculture (USDA). *Agriculture Handbook*, No:74.
- Mutlu, C. (2000). Doğu Karadeniz'de hamsi populasyonunun özellikleri ve stok miktarının tahmininde analitik yöntemlerin uygulanması. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi 112 s. Trabzon.
- Nettleton, J.E. & Exler, J., (1992). Nutrients İn Wild And Farmed Fish And Shellfish. *Journal of Food Science*, 57(2): 257-260.
- Özdamar, E., Khiara, K., Sakuramoto, K. & Erkoyuncu, İ., (1994). Variation in the population structure of European anchovy, *Engraulis encrasicolus* L. in the Black Sea. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, 81(2): 123-134.
- Özdamar, E., Samsun, O. & Erkoyuncu, İ., (1995). Karadeniz'de (Türkiye) 1994-1995 av sezonunda hamsi (*Engraulis encrasicolus* L.) balığına ilişkin populasyon parametrelerinin tahmini. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 12(1-2): 135-144.
- Özdemir S., Erdem E., Aksu, H. & Birinci Özdemir, Z., (2010). Çift Tekne ile Çekilen Ortasu Trolü ile Avlanan Bazı Pelajik Türlerin Av Kompozisyonu ve Boy-Ağırlık İlişkilerinin Belirlenmesi. *J.FisheriesSciences.com*, 4(4): 427-436.
- Özdemir S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z. & Şahin, D., (2009). Karadeniz'de avlanan pelajik türlerden istavrit (*Trachurus trachurus*), lüfer (*Pomatomus saltatrix*) ve tirsi (*Alosa alosa*) balıklarının boy kompozisyonundan populasyon parametrelerinin tahmini. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 21(1):1-8.

- Özdemir S., Erdem, Y., Satılmış, H.H., Birinci Özdemir, Z. & Erdem, E., (2007). İki Farklı Av Sahasında Ortasu Trolü ile Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L.) Balığının Sürü Yapısı ve Av Veriminin İncelenmesi. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(1):33-40.
- Özdemir, S., Erdem Y., Özсандıkçı, Büyükeveci, F. & Söyleyici, H., (2017). Değişen Karadeniz Ekosistemine Uygun Av Araçları ve Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi. Sinop Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü Proje No: SÜF-1901.14-06, Proje Sonuç Raporu, 110 s.
- Özdemir, S. & Duyar, H.A., (2013). Length-weight relationships for ten fish species collected by trawl surveys from Black Sea Coast, Turkey. *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS)* 1(2):405-407.
- Özdemir, S., Erdem, E., Birinci Özdemir, Z. & Aksu, H., (2015). Monthly Monitoring of Length-Weight Relationships of Allis shad (*Alosa immaculata* Bennett, 1835), Horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindacher, 1968) and Sprat (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758) from the Southern Black Sea, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 56(1):25-30.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Birinci Özdemir, Z., Erdem, E. & Aksu, H., (2018). Estimation of growth parameters and mortality rates of sprat (*Sprattus sprattus* L.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) captured in the Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 4(2): 106-115.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Satılmış, H.H. & Birinci Özdemir, Z., (2006). Karadeniz’de ortasu trolü ile gece süresince avlanan hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758)’nin av verimi ve boy kompozisyonunun belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(3-4):417-421.
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculator. ICLARM, Studies and Reviews, Manila, Philippines, 8:325.
- Ricker, W.E. (1973). Linear regressions in fishery research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 30(3): 409-434.
- Sağlam, N.E. & Sağlam, C., (2013). Age, growth and mortality of anchovy *Engraulis encrasicolus* in the south-eastern region of the Black Sea during the 2010-2011 fishing season. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(8): 2247-2255.
- Samsun, O., Kalaycı, F., Samsun, N. & Bilgin, S., (2006). Karadeniz’de ortasu trolü ile avlanan pelajik balıkların bazı biyolojik özellikleri ve avcılık verilerinin incelenmesi. *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3): 487-493.
- Samsun, O., Samsun, N. & Karamollaoglu, A.C., (2004). Age, growth, and mortality rates of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.1758) off the Turkish Black Sea coast. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 28, 901-910.
- Satılmış, HH., Sümer, Ç., Özdemir, S. & Bayraklı, B., (2014). Length-weight relationships of the three most abundant pelagic fish species caught by mid-water trawls and purse seine in the Black Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 55-2: 259-265.
- Shiau, C.Y., Pong, Y.J., Chiou, T-K. & Chai, T.J., (1997). Effect of Growth on The Levels of Free Histidine and Amino Acids in White Muscle of Milkfish (*Chanos Chanos*). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45(6): 2103-2106.
- Sikorski, Z.E. (1990). Sea Food Resources, Nutritional Composition and Preservation Crc. Press. Inc. Boca Roza, Florida, 41-44.
- Soriguer, F., Serna, S., Valverde, E., Hernando, J., Martin-Reyes, A., Soriguer, M., Pareja, A., Tinahones, F. & Esteva, I., (1997). Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish and molluscs commonly eaten in the south of Spain, *European Journal of Epidemiology*, 13: 451-463.
- Stansby, M.E., (1963). Industrial Fishery Technology. Reinhold Publishing. New York.
- Şahin, C., Gözler, A.M. & Hacımurtazaoğlu, N., (2006). 2004-2005 Av Sezonunda Doğu Karadeniz'deki Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) Populasyonunun Yapısı. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23: 497-503.
- Taşkaya, L., Yapıcı, H.H., Metin, C. & Alparslan, Y., (2018). The effect of lavender (*Lavandula stoechas*) on the shelf life of a traditional food: hamsi kaygana. *Food Sci. Technol, Campinas*, 38(4): 711-718.
- TUİK, 2019. Su Ürünleri İstatistikleri, 2019, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Vuorela, R., Kaiteranta, J. & Linko, R.R., 1979. Proximate Composition On Fish Roe In Relation To Maturity. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 12:4.
- Yankova, M., Pavlov, D., Raykov, V., Mihneva, V. & Radu, G., (2011). Length-weight relationships of ten fish species from the Bulgarian Black Sea waters. *Turkish Journal of Zoology*, 35: 265-270.
- Yeşilçiçek, T., Kalaycı, F. & Şahin, C., (2015). Length-Weight Relationships of 10 Fish Species from the Southern Black Sea, Turkey. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 9(1): 19-23.



Marinat Teknolojisinin Balık Tazeliği Üzerine Etkisi; Zargana Balığı (*Belone belone euxini*, Günther 1866)

Hünkar Avni DUYAR , Esra Eke Gülüm

Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop/Türkiye

*E-mail: had052@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:
26/09/2020
Kabul Tarihi:
08/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Marinat
Zargana
Tazelik
Raf ömrü

Öz

Su ürünleri için marinat terimi, yenilebilir bir organik asit (genellikle asetik asit) ve tuz kullanılarak taze, dondurulmuş veya tuzlanmış su ürünlerinden yapılan yarı korunmuş ürünleri tanımlamak için kullanılır. Araştırmada taze zargana (*Belone belone euxini*, Günther 1866) balıklarından marinat yapılarak +4°C'de muhafaza edilmiştir. 170 günlük depolama süresi boyunca biyokimyasal kompozisyon, kimyasal ve duyu kaliteleri araştırılarak ürünlerin raf ömürleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Biyokimyasal kompozisyon sonuçlarına göre zargana balıklarının taze ve marinat örneklerinde ortalama ham protein değeri %14.48±0.04 - 10.21±0.32, ham yağ oranı %5.74±0.04 - 6.01±0.06, nem oranı %74.13±0.27 - 72.93±0.10, ham kül oranı %3.70±0.61 - 5.52±0.02, karbonhidrat oranı %1.95±0.24 - 5.33±0.16 ve enerji değeri 143.95±0.25 - 135.57±0.13 olarak belirlenmiştir. Zargana balıklarının depolama sonundaki ortalama pH değerleri, marine ürünler için belirtilen sınır değerler içerisinde kalmıştır. Taze zargana balıklarının ortalama TVB-N değerleri 9.33±1.87 mg/100g olarak saptanmış, depolamanın sonunda ortalama değer ise 16.80±0.81 mg/100g olarak bulunmuştur. Taze zargana balıklarının ortalama TBA değeri 0.99±0.09 mg malonaldehit/kg olarak bulunmuş, depolamanın sonunda ise 3.83±1.03 mg malonaldehit/kg olarak belirlenmiştir. TMA değeri taze balıkta 1.33±0.18 olarak bulunmuş depolama süresi sonunda 0.11±0.04 olarak tespit edilmiştir. Peroksitin değeri ise taze balıkta tespit edilememiş depolama süresince biraz artış göstermiş depolama sonunda 0.20±0.01 olarak belirlenmiştir. Depolama sonundaki ortalama değerlerin tüketilebilirlik sınırının altında olduğu tespit edilmiştir. Zargana marinatlarının 10. gün ette ve salamurada ortalama tuz değerleri sırası ile %4.71±0.28 - %8.19±0.21 iken depolamanın sonunda sırası ile %7.64±0.48 - %9.03±0.20 olduğu belirlenmiştir. Zargana marinatlarının 10. gün ette ve salamurada ortalama sirke değerleri 0.23±0.03 - 0.27±0.03 olarak belirlenmiş, depolamanın sonunda %3.15±0.06 - 5.00±0.20 olarak bulunmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre zargana marinatlarının raf ömürleri 155 gün olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; sirke, tuz, kırmızı pul biber, karabiber tohumu, kimyon, şeker, sarımsak ve soğan kullanılarak yapılan marinatın balıktaki enzimlerle birlikte mevcut protein ve yağlara belirli derecede etki ederek hoş aromatik koku, beğenilen bir doku sertliği ve lezzete sahip ürünlerin oluşmasını sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca marinat yapımında kullanılan doğal katkılarının antioksidan ve antibakteriyel etki göstererek ürünün tazeliğini uzattığı belirlenmiştir.

The Effect of Marinating Technology on Fish Freshness; Garfish (*Belone belone euxini*, Günther 1866)

Article Info

Received:
26/09/2020
Accepted:
08/12/2020

Keywords:

Marinade
Garfish
Freshness
Shelf life

Abstract

In this study, marinades from fresh garfish (*Belone belone euxini*, Günther 1866) were prepared and stored at +4°C. Shelf life of products was investigated by examining the biochemical composition, chemical and sensory quality during 170 days storage period. According to biochemical composition results, average crude protein value of fresh and marinated garfish was 14.48±0.04 - 10.21±0.32%, average crude fat rate was 5.74±0.04 - 6.01±0.06%, average moisture rate was 74.13±0.27 - 72.93±0.10%, average crude ash rate was 3.70±0.61 - 5.52±0.02%, average carbohydrate rate was %1.95±0.24 - 5.33±0.16 and energy value was 143.95±0.25 - 135.57±0.13 respectively. The average pH values of garfish at the beginning and the end of the storage were in the defined limit values for marinated products. The average TVB-N values of garfish was 9.33±1.87 mg/100g and at the end of the storage it was determined as 16.80±0.81 mg/100g. The average TBA values of fresh garfish was 0.99±0.09 mg malonaldehit/kg, and at the end of the storage it was determined as 3.83±1.03 mg malonaldehit/kg. TMA value was found to be 1.33 ± 0.18 in fresh fish and it was determined as 0.11 ± 0.04 at the end of the storage period. The value of peroxide could not be detected in fresh fish, increased slightly during the storage period and was determined as 0.20 ± 0.01 at the end of storage. It has been determined that the average values at the end of storage are below the consumable limit. While the average salt rate in the flesh and marinade of garfish at 10th day was 4.71±0.28 - 8.19±0.21% it was 7.64±0.48 - 9.03±0.20% at the end of the storage, respectively. While the average vinegar rates in the flesh and marinade of garfish at 10th day was 0.23±0.03 - 0.27±0.03% it was 3.15±0.06 - 5.00±0.20% at the end of the storage, respectively. According to result of the sensory analyses the shelf life of marinated garfish was 155 days. As a result of the research; It has been determined that marinades, made using vinegar, salt, red chili, black pepper seeds, cumin, sugar, garlic and onion, have a certain effect on the proteins and oils in the fish, together with the enzymes in the fish, resulting in the formation of products with a pleasant aromatic scent, a desirable texture hardness and taste. In addition, it has been determined that the natural additives used in the production of marinate show antioxidant and antibacterial effects and prolong the freshness of the product.

Atf bilgisi/Cite as: Duyar, H.A. & Gülüm, E. E., (2020). Marinat teknolojisinin balık tazeliği üzerine etkisi; zargana balığı (*Belone belone euxini*, Günther 1866). Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 63-73.

GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz çağın bir gereksinimi olarak meslek faaliyetleri, bedensel güçten ziyade daha çok beyin gücü gerektiren bir hale gelmiş, buna bağlı olarak proteince zengin, kolay sindirilebilir gıdalara yönelim görülmüş, bilinçli beslenme alışkanlıklarının kazanılmasıyla da doymamış yağ asitlerince zengin gıdaların tüketimi kaçınılmaz olmuştur (Bayraklı ve Duyar, 2016; Bayraklı and Duyar, 2019a). Su ürünleri bu anlamda yüksek protein, doymamış yağ asitleri ve esansiyel amino asitleri içeriği nedeniyle önemli bir kaynak oluşturmaktadır (Öksüz, 2016; Bayraklı vd, 2019; Bayraklı ve Duyar, 2019b).

Balık eti diğer etlerle karşılaştırıldığında, bağ dokusunun az olması ve böylece kolay sindirilebilme özelliği bir avantaj olarak görülürken, bozulmaya karşı çok duyarlı olması önemli bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle avlandıktan sonraki aşamalarda balık etinin hijyenik koşullar altında muhafaza edilmesi gerekmektedir (Anonim, 2005; Duyar, 2016).

Marine veya marine edilmiş balık terimi, taze, dondurulmuş veya tuzlanmış balıklardan yenilebilir bir organik asit, genellikle asetik asit ve tuzla işlenerek ve salamura, sos veya yağa konan balık kısımlarından oluşan balık ürünlerini adlandırmak için kullanılır (Meyer, 1965). Marinat, balığın ısı işlemi olmadan sirke veya organik asitler ve tuz ile muamele edilerek olgunlaştırılıp yenilebilir şekle getirilmesi işlemidir. Olgunlaştırma işlemi tamamlamış ürünler salamura, sos, krem, mayonez veya yağ ile ambalajlanarak tüketime sunulurlar. Marinatlar balık ve kabukluların asetik asit ve tuz çözeltisinde korunarak raf ömrünün arttırıldığı ve değişik tatlar kazanması amacıyla şeker ve baharatların da ilave edilerek cam kavanoz veya plastik kaplar içerisinde paketlenildiği ürünlerdir (Çağlak vd. 2015).

Marinatın olgunlaşması oldukça karmaşık fiziksel ve kimyasal olaylar zinciridir. Olgunlaşma ne yalnız sirke ile ne de yalnız tuzun etkisi ile gerçekleşir. Sirke ve tuz balıktaki enzimlerle birlikte mevcut protein ve yağlara belirli derecede etki ederek hoş aromatik koku ve lezzete sahip ürünlerin oluşmasını sağlamaktadır (Ludorff and Meyer, 1973). Marinat, tuz ve sirkenin bir kombinasyonu olmakla beraber asıl koruyucu etki sirke tarafından sağlanmaktadır. Tuzun koruyucu etkisi ancak %10'luk konsantrasyondan sonra başlamaktadır. Marinatın daha uzun süre dayanması amacıyla çözeltideki asit oranının arttırılması düşünülürse de, bu durum ürünün lezzetini bozacağından pek uygun değildir (Connell, 1990). Olgunlaşma işlemi sırasında sirkenin ve tuzun bir kısmı balık dokusu tarafından alınır. Balık dokusundaki konsantrasyon

ile salamuradaki konsantrasyon eşitleninceye kadar bu işlem devam eder (Bakıcı, 1987). Marinat üretiminde kullanılan sirke, ortamın pH değerini 4.3 civarına düşürür. Böylece proteazlar için optimum pH sağlanmış olur. Bu da enzimlerin proteinleri aminoasitlere kadar parçalamasını sağlar. Oluşan bu aminoasitler marinata arzu edilen spesifik aromayı verir. Marinat yapıldıktan sonra 2-4 hafta arasında iyi bir lezzet oluşumu meydana gelir. Marinatlarda olgunlaşma balık/salamura ve tuz/sirke oranı ile ortam sıcaklığına bağlıdır (Varlık vd., 1993; Ludorff and Meyer, 1973; Bakıcı, 1987).

Sirke, birçok bakterinin büyüme aralığının altında pH düşüşüne neden olan etkili bir asitleştirici olduğundan bir gıda koruyucu olarak sirkenin uygulanması, bozulmayı önlemenin geleneksel bir yöntemidir. Tuzlama, bir balık koruma yöntemi olarak yüzyıllardır kullanılmaktadır. Sodyum klorür (NaCl), duyuşal, işlevsel ve koruma özelliklerinden dolayı gıdalara eklenir. Ülkemizde daha çok hamsi balığı filetosundan yapılan marinat üretilmekte olup zargana balıklarına ait herhangi bir üretim yapılmamaktadır. Marinat teknolojisinin nispeten ucuz olması, taze balığın raf ömrünü artırması, kas yapısını yumuşatması, balığa değişik tat ve aroma kazandırması açısından son yıllarda tercih edilen bir ürün olmuştur (Duyar and Eke, 2009).

Türkiye’de son yıllarda soslar içerisinde hazırlanan hamsi marinatların yurt dışına ihracatı artış göstermekte olup zargana balığından henüz bu şekilde marinat üretimi yoktur. Karadeniz bölgesinde bazı balıklar taze ve dondurulmuş olarak tüketilmesine karşılık zargana balığı sadece taze olarak tüketilmektedir. Zargana balığı da gerek marinat teknolojisine işlenebilmesi gerekse bol miktarda avlanması ve lezzet açısından uygunluğu nedeniyle marinat üretiminde kullanılarak değerlendirilebilir. Hamsiye ilaveten daha önce hiç denenmemiş olan zargana balıklarının da marinata işlenebilirliğinin ve kalitesinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada materyal olarak $39,741 \pm 0,259$ cm boy ve $69 \pm 0,001$ g ağırlığında 10 kg zargana (*Belone belone euxini*, Günther 1866) balığı kullanılmıştır.

Deneme Planı

Sinop ta balık satan esnaftan taze olarak temin edilen balıklar buzlu strafor kutu içerisinde denemenin kurulacağı Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarına getirilip boy – ağırlık ölçümleri yapıldıktan sonra baş ve iç organları temizlenerek kesilmiştir. Balıktan kan ve kiri uzaklaştırmak için 1 saat buzlu suda bekletilmiş, balıklar iyice yıkanıp süzdürüldükten sonra kavanozlara yerleştirilmiştir. Marinasyon salamurası %10 tuzlulukta, %4 asitlikte olacak şekilde hazırlanmış ve her bir kavanoza 1/1 balık/salamura olacak şekilde konmuştur. Bu şekilde hazırlanan kavanozlar ürünün olgunlaşması için 10 gün +4 °C’deki buzdolabında bekletilmiştir. Süre sonunda filetolar olgunlaşma salamurasından alınıp hazırlanan muhafaza salamurasına yerleştirilmiştir. Araştırmada daha önce ön denemeleri yapılarak duyuşal olarak en çok beğenilen formülasyon kullanılmıştır. Muhafaza salamurası; %4 asit, %10 tuz, 2 g kırmızı pul biber, 2 g karabiber tohumu, 2 g kimyon, 2 g şeker, 2 diş sarımsak, 1 baş soğan ilave edilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan bu salamura iyice kaynatılmış, süzülüp soğutulmuş 1 lt’lik cam kavanozlar içerisine 1:1 oranında balık/salamura olacak şekilde ilave edilmiş ve marinatlar zaman geçirilmeden buzdolabına yerleştirilmiştir.

Analiz Metotları

Araştırmanın 0. günü ve sonuncu gününde bir kez olmak üzere biyokimyasal kompozisyon analizleri (ham protein, ham yağ, ham kül, kuru madde, karbonhidrat ve enerji değerleri), 10. gün kimyasal (Toplam Uçucu Bazik Nitrojen (TVB-N), Trimetilamin Azot (TMA-N), Peroksit Sayısı (POS), Tiyobarbitirik Asit Sayısı (TBA), pH) ve duyuşal analizleri yapılmış ve bu analizler ayda bir kez olmak üzere tekrarlanmıştır. Bunlardan başka balık eti ve salamurada sirke ve tuz tayinleri de tüm örneklerde belirlenmiştir. Analizler her örnekte iki tekrar üç paralel olarak yapılmıştır.

Ham protein analizleri Kjeldahl yöntemine göre (Anonim, 1984), ham yağ analizi Soxhlet metoduna göre (Anonim, 1984), kuru madde tayini Ludorff ve Meyer (1973)’e göre yapılmıştır. Ham kül tayini (Anonim, 1984) metoduna göre yapılmıştır. Karbonhidrat analizi ve enerji hesapları Merrill ve Watt (1973)’ e göre yapılmıştır.

Üretilen ürünlerin raf ömürlerini belirlemek amacıyla, Toplam Uçucu Bazik Azot Tayini (TVB-N) Antonacopoulos tarafından modifiye edilmiş Lucke-Giedel metoduna göre yapılmıştır (Botta et al. 1984). Trimetilamin Azot Tayini (TMA-N) Boland and Paige, (1971)’e göre yapılmıştır. Araştırmada lipid oksidasyonunun derecesini belirlemek amacıyla, TBA sayısı (Tarladgis et al., 1960)’a göre yapılmıştır. Peroksit Sayısı (POS) 1000 g yağda milimol oksijen olarak ifade edilen peroksit sayısının tayini Anonim, 1990’ a göre yapılmıştır.

pH değeri (HANNA marka HI 22I pH metre ile) Curran et al., (1980)’e göre yapılmıştır. Ölçümler balık etinde 1:1 oranında saf su ile sulandırılarak yapılmıştır. Balık etindeki ve salamurada tuz miktarı tayini % cinsinden Lees, 1971’ e göre yapılmıştır. Balık etinde ve salamurada sirke tayini Schormüller, 1968’ in belirttiği titrasyon yöntemine göre hesaplanmıştır.

Duyuşal Analiz

İşlenmiş su ürünleri duyuşal analiz için kullanılan metod metod modifiye edilerek 7 kişiden oluşan uzman bir panelist grubu tarafından ürünler değerlendirilmiştir (Kurtcan ve Gönül, 1987). Çalışmada kullanılan değerlendirme formuna göre ürünlerin görünüş, doku, renk ve koku değerleri 10 puanlık bir hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Panelistlere

sunulan duyu analizi puanlama formuna göre 9-10= Çok iyi, 7-8= İyi, 5-6= Normal, 3-4= Kötü ve 1-2= Çok kötü ürünü temsil etmektedir.

İstatistiksel Değerlendirme

Bu çalışmada elde edilen verilerin ortalama \pm standart sapması (n:3) verilmiştir. Depolama süresince marinat işlemi uygulanmış ürünlerden elde edilen veriler arasındaki farkı saptamak amacı ile varyansları homojen bulunan grupların istatistiksel açıdan önemi 'One Way Anova' ve en küçük önemli fark 'LSD' uygulanarak belirlenmiştir. İstatistiksel önem seviyesi $P<0,05$ olarak kabul edilmiştir. İstatistikî analizde JMP 5.0.1. (SAS Institute Inc, NC, ABD) programı kullanılmıştır (Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu, 2000).

BULGULAR

Biyokimyasal Kompozisyon Sonuçları

Zargana balığının taze ve marinyasyon sonrası besin bileşimi analiz sonuçları tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Zargana balıklarının (*Belone belone euxini*, Günther 1866) biyokimyasal kompozisyon sonuçları

Besin Bileşimi	Taze	Marinat
Ham Yağ(%)	5.74 \pm 0.04 ^b	6.01 \pm 0.06 ^a
Ham Protein(%)	14.48 \pm 0.04 ^a	10.21 \pm 0.32 ^b
Ham Kül(%)	3.70 \pm 0.61 ^b	5.52 \pm 0.02 ^a
Nem(%)	74.13 \pm 0.27 ^a	72.93 \pm 0.10 ^b
Karbonhidrat (%)	1.95 \pm 0.24 ^b	5.33 \pm 0.16 ^a
Enerji (Kcal/100gr)	143.95 \pm 0.25 ^a	135.57 \pm 0.13 ^b

→: Satırlar arasında farklı harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0.05$).

Taze zargana balıklarının ortalama ham yağ oranı %5.74 \pm 0.04, ham protein oranı %14.48 \pm 0.04, ham kül oranı %3.70 \pm 0.61, nem oranı %74.13 \pm 0.27 olarak saptanmıştır. Marinyasyon sonrası zargana balık örneklerinde ortalama ham yağ oranı %6.01 \pm 0.06, ham protein oranı %10.21 \pm 0.32, ham kül oranı %5.52 \pm 0.02, nem oranı %72.93 \pm 0.10 olarak saptanmıştır. Marinat örneklerinin protein ve nem değerlerinde bir azalma, yağ, kül ve karbonhidrat değerlerinde ise artma olduğu gözlemlenmiştir. Gruplar arasında meydana gelen fark istatistikî olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Duyusal Analiz Sonuçları

Marine edilmiş balık örneklerinin deneyimli panelistlerce yapılan duyu analizi sonuçları tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Soğuk depolanan marinat örneklerinin duyu analizi sonuçları

Depolama Süresi (Gün)	Zargana
10	13.03 \pm 0.30 ^b
40	14.00 \pm 0.00 ^a
70	14.00 \pm 0.00 ^a
100	13.17 \pm 0.20 ^b
130	11.13 \pm 0.37 ^c
155	5.97 \pm 0.93 ^d
170	*

*;↓ Duyusal değerlendirilmenin ve TBA sayısının tüketilebilirlik sınır değeri aşıldığı için analiz yapılmamıştır.

Kavanozlarda depolama aşamasında uygulanan duyu analizi sonuçlarına göre, zargana balığından yapılan marinatlar depolama başlangıcında 13.03 \pm 0.30 puanla 2. sınıf kalitede, 40. ve 70. günlerde 14.00 \pm 0.00 puanla 1. sınıf kalitede, 100. gün 13.17 \pm 0.20 puanla 2. sınıf kalitede, 130. gün 11.13 \pm 0.37 puanla 3. sınıf kalitede, 155. günde 5.97 \pm 0.93 puanla tüketim dışı kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Taze materyal ve +4 °C'de kavanozlarda depolamaya alınan marinatların balık etindeki pH, TVB- N, TMA, TBA ve POS değerleri, tablo 3'de verilmiştir.

Zargana balıklarının ham materyalde ortalama pH 6.16 \pm 0.00 olarak belirlenmiştir. Marinatelanmış zargana etinin pH'sı 10. gün 5.48 \pm 0.01 iken, 170. günde ise 4.82 \pm 0.01 olduğu belirlenmiştir. Depolama süresince zargana marinatlarının pH değerlerinin azaldığı ve gruplar arasında tespit edilen farkın istatistikî olarak önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir.

Tablo 3. Ham materyal ve buzdolabında (+4 °C’de) depolanan marinatların balık etindeki pH, TVB- N, TMA, TBA ve POS değerleri.

Depolama Süresi (Gün)	Zargana				
	pH	TVB-N (mg/100g)	TMA (mg/100g)	TBA (mg malonaldehit/kg)	POS (milimol O ₂ /kg)
0	6.16±0.00 ^a	9.33±1.87 ^a	1.33±0.18 ^{cd}	0.99±0.09 ^c	
10	5.48±0.01 ^b	10.73±0.47 ^{ab}	0.85±0.11 ^b	1.35±0.09 ^c	0.03±0.01 ^c
40	5.10±0.01 ^c	5.60±0.81 ^{bc}	0.66±0.29 ^b	1.30±0.07 ^c	0.10±0.0 ^b
70	5.11±0.02 ^c	11.20±0.81 ^{bcd}	1.78±0.27 ^d	4.94±1.16 ^{ab}	0.13±0.03 ^b
100	5.05±0.00 ^{dc}	11.67±0.93 ^{bcd}	0.15±0.11 ^a	6.19±0.69 ^a	0.10±0.0 ^b
130	5.00±0.01 ^d	15.87±0.93 ^{de}	1.27±0.11	3.85±0.69 ^{ab}	0.13±0.03 ^b
155	4.93±0.01 ^e	14.93±0.93 ^{ef}	0.70±0.13 ^b	2.55±0.52 ^{bc}	0.18±0.02 ^a
170	4.82±0.01 ^f	16.80±0.81 ^f	0.11±0.04 ^a	3.83±1.03 ^{abc}	0.20±0.00 ^a

↓: Her bir gruptaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Kimyasal analizlerden TVB-N bulguları incelendiğinde 0. gün zargana balıklarının ortalama değeri 9.33±1.87 mg/100g olarak ölçülmüştür. TVB-N değeri depolamaya bağlı olarak artış göstermiş ve depolama sonunda zargana marinatında 16.80±0.81 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin TVB-N miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş (p<0.05).

Zargana balıklarının başlangıçtaki ortalama TMA-N değerleri 1.33±0.18 mg/100g olarak saptanmıştır. Depolama sonunda ise zargana marinatlarının ortalama TMA-N değerleri 0.11±0.04 mg/100g olarak bulgulanmıştır. Depolama süresinin TMA-N miktarları üzerine etkisi zargana marinatında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05).

Zargana balıklarının başlangıçtaki ortalama TBA değeri 0.99±0.09 mg malonaldehit/kg olarak saptanmıştır. Kavanozlarda depolama aşamasının başlangıcında TBA değerinin depolamaya bağlı 100. güne kadar artış gösterdiği daha sonra ise azaldığı belirlenmiştir. Gruplar arasında farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Kavanozlarda depolama aşamasında zargana marinatlarının 10. gündeki ortalama peroksit değeri 0.03±0.01 milimol O₂/kg olarak saptanmıştır. 170. günde zargana marinatlarının ortalama peroksit değeri 0.20±0.0 milimol O₂/kg olarak belirlenmiştir.

Zargana marinatında depolama süresinin POS değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur.

Marine edilmiş zargana balık örneklerinde yapılan analizler sonucu saptanan balık etindeki ve salamurasındaki tuz miktarları ve sirke oranları tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Soğuk Depolanan Marinat Örneklerinin Ette ve Salamurada Tuz ve Sirke oranları.

Depolama Süresi (Gün)	Tuz Miktarları (%)		Sirke Miktarı (%)	
	Ette	Salamurada	Ette	Salamurada
10	4.71±0.28 ^a	8.19±0.21 ^a	0.23±0.03 ^a	0.27±0.03 ^a
40	5.20±0.44 ^{ab}	7.17±0.27 ^a	0.26±0.02 ^a	0.60±0.0 ^b
70	6.11±0.31 ^{abc}	9.75±0.39 ^a	0.52±0.02 ^a	0.60±0.0 ^b
100	7.04±0.42 ^{abcd}	8.13±0.35 ^{ab}	0.47±0.03 ^a	0.60±0.0 ^b
130	6.63±0.39 ^{cd}	8.35±0.51 ^{ab}	0.34±0.08 ^a	0.60±0.0 ^b
155	7.16±0.13 ^{cd}	8.27±0.07 ^{ab}	2.70±0.15 ^b	4.80±0.35 ^c
170	7.64±0.48 ^d	9.03±0.20 ^b	3.15±0.06 ^c	5.00±0.20 ^c

↓: Her bir gruptaki sütunlarda farklı harflerle gösterilen değerlerin ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir (p<0.05).

Kavanozlarda depolama aşamasında zargana marinat örneklerinin etlerindeki tuz oranı 10. günde % 4.71 ± 0.28 olarak saptanmıştır. Depolama süresi sonunda zargana marinatinın etteki tuz oranları % 7.64 ± 0.48 olarak belirlenmiştir. Ette tuz miktarları üzerine depolama süresinin etkili olduğu ve gruplar arasında meydana gelen fark istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($p<0.05$). Zargana marinat örneklerinin salamuradaki tuz oranı ise 10. günde % 8.19 ± 0.21 olarak bulgulanmıştır. Depolama süresi sonunda zargana marinatlarında salamuradaki tuz oranı % 9.03 ± 0.20 olarak bulunmuştur. Depolama süresinin salamurada tuz miktarları üzerine etkisinin olduğu gruplar arasında bulunan farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$).

Kavanozlarda depolama aşamasında zargana marinat örneklerinin balık etlerindeki sirke oranları 10. günde % 0.23 ± 0.03 olarak saptanmıştır. Balık etindeki sirke oranı depolama periyoduna bağlı olarak marinat örneklerinde artış göstererek 170'inci gününde % 3.15 ± 0.06 değerlerine ulaşmıştır. Zargana marinat örneklerinin salamuradaki sirke oranları 10. günde % 0.27 ± 0.03 olarak bulunmuştur. Salamuradaki sirke oranları depolama periyoduna bağlı olarak marinat örneklerinde artış göstererek sonuncu günde % 5.00 ± 0.20 değerlerine ulaşmıştır. Zargana marinatinın et ve salamurasında sirke miktarlarının depolama süresince özellikle 130. günden sonra arttığı ve gruplar arasında belirlenen sonuçların istatistiki olarak önemli olduğu sonucuna varılmıştır ($p<0.05$).

TARTIŞMA

Bu araştırmada Sinop ilindeki balıkçılardan temin edilen zargana (*Belone belone euxini*, Günther 1866) balıklarından marinat yapılarak $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış ürünlerin kalitesini ve raf ömrünü belirleyen kalite parametreleri üzerinde çalışılmıştır. Gıdaların depolanmasında ürünün kalitesini belirleyen en önemli kriterin duyu analizi olduğu, duyu analizi sonuçları uygun olmayan bir ürünün tüketime sunulması uygun değildir (Happich, 1977; Duyar ve Eke, 2009; Duyar, 2016).

Aksu vd. (1997), $+4^{\circ}\text{C}$ 'de soğukta depolanan ve %10 tuz, %2 sirke oranlarında hazırlanan hamsi marinatlarının duyu özellikleri açısından depolamanın 4'üncü ayında tüketim dışı kalitede olduğunu bildirmişlerdir. Dokuzlu (1996)'nın yapmış olduğu hamsi marinatlarının $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanması sırasında duyu özellikleri açısından 7. ayda tüketilemez hale geldiği belirtilmiştir.

Tirakoğlu (2003), Karadeniz ve Marmara'dan avlanan, dondurularak ve glaze edilerek depolanan hamsi balıklarından marine ürünler üretmek için duyu özellikleri bakımından incelediğinde Marmara hamsisinin 5. ay, Karadeniz hamsisinin ise 6. ay düşük kalite özelliklerine sahip olduğunu tespit etmiştir. Kılınç (2003), $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 6 aylık depolama süresine sahip sardalya balıklarından yapmış olduğu marinatları incelemiş ve duyu özellikleri açısından marinatların 6. ayda tüketim dışı kalitede olduğunu belirtmiştir. Duyar ve Eke (2009), palamut ve Karadeniz hamsisinden marinat üretmişler, yaptıkları duyu analiz sonuçlarına göre palamut marinatinın raf ömrünü 130 gün, hamsi marinatinın raf ömrünü 155 gün olarak belirlemişlerdir.

Marinatlar duyu değerlendirme analizine göre sınıflandırıldığında: 14 ve üstü puan alan ürünler birinci sınıf, 13,9 - 12,0 puan alan ürünler ikinci sınıf, 11,9 - 10,0 puan alan ürünler üçüncü sınıf ve 9,9 - 6,0 puan alan ürünler dördüncü sınıf olarak adlandırılmıştır. Ürünler genel görünüş, koku, lezzet ve kıvam bakımından en az 6,0 puan almalıydılar. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre zargana marinatu başlangıçta 2. sınıf, 40. ve 70. günlerde 1. sınıf, 100. gün 2. sınıf, 130. gün 3. sınıf, 155. günde ise tüketim dışı kalitede olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlarımız literatür verileri ile paralellik göstermektedir.

Araştırmanın 10. gününde tüm marinat örneklerinin 2. kalitede olmasının olgunlaşmanın tam olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ludorff and Meyer (1973), olgunlaşma süresinin balık / salamura oranına, tuz / sirke oranına ve ortam sıcaklığına bağlı olarak değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Varlık vd. (1993), düşük sıcaklık derecelerinde olgunlaşma zamanının gecikmesini sardalya marinatinın sirke/tuz geçişi üzerine yaptıkları çalışmalarında $+20^{\circ}\text{C}$ 'de olgunlaşma süresinin 14 saat, $+4^{\circ}\text{C}$ 'deki depolama sıcaklığında ise olgunlaşmanın 24 saatte olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmada taze zargana balıklarının ortalama ham yağ oranı % 5.74 ± 0.04 , ham protein oranı % 14.48 ± 0.04 , ham kül oranı % 3.70 ± 0.61 , nem oranı % 74.13 ± 0.27 , karbonhidrat oranı % 1.95 ± 0.24 ve enerji değeri 143.95 ± 0.25 olarak belirlenmiştir. Marinasyon sonrası zargana marinatlarında ortalama ham yağ oranı % 6.01 ± 0.06 , ham protein oranı % 10.21 ± 0.32 , ham kül oranı % 5.52 ± 0.02 , nem oranı % 72.93 ± 0.10 , karbonhidrat oranı % 5.33 ± 0.16 ve enerji değeri 135.57 ± 0.13 olduğu tespit edilmiştir.

Hamsi balığının marinasyonu esnasında meydana gelen fiziksel, kimyasal değişimler üzerine yapılmış çalışmada, - 30°C 'de 2 ay depolanan hamsi balıkları marinat üretimi için kullanılmıştır. Hamsi filetoalarının nem oranının % 78.07 ± 0.28 , ham protein oranının % 17.95 ± 0.43 , ham yağ oranının % 4.25 ± 0.36 , ham kül oranının % 1.26 ± 0.23 olduğu bildirilmiştir. Marine edilmiş hamsi filetoalarının nem oranının ise % 72.01 ± 0.27 , ham protein oranının % 19.13 ± 0.98 , ham yağ oranının % 4.58 ± 0.49 , ham kül oranının % 5.35 ± 0.09 olduğu belirtilmiştir (Cabrer et al., 2002). Yapılan başka bir çalışmada palamut ve hamsi balıklarında marinat yapılmış, marinat sonrası palamut ve hamsinin ham protein, ham yağ, ham kül ve nem oranları sırası ile 11.45 ± 0.64 - 10.19 ± 0.04 , 22.40 ± 0.06 - 11.59 ± 0.05 , 4.76 ± 0.01 - 5.12 ± 0.02 ve 59.07 ± 0.07 - 70.75 ± 0.19 bulunmuşlardır (Duyar ve Eke, 2009). Araştırmada zamana bağlı olarak marinat örneklerinde nem ve ham protein değerlerinde azalma, ham yağ ve kül değerlerinde ise bir artma olduğu gözlemlenmiştir. Ham materyale göre marine üründeki nem değerinin düşük olmasının nedenini tuzun su tutma kabiliyetinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

Aksu vd. (1997), hamsi marinatinın başlangıç pH'sını 4.25 olarak ölçmüş 5 aylık depolama sonunda ise pH değerini 4.53 olarak belirtmişlerdir. Dokuzlu (1996), $+4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış olduğu hamsi marinatlarında, pH değerinin depolama başlangıcında 3.87, sonunda ise 3.98 olarak tespit etmiştir. Duyar ve Eke (2009) hamsi marinatinın başlangıç pH değerini 6.04 ± 0.01 ölçmüşler, depoama süresince pH değeri asitlenmiş ve depolamanın sonunda (170 gün) 4.59 ± 0.01 bulmuşlardır. Yine aynı araştırmacılar palamut marinatta pH değerini başlangıçta 6.18 ± 0.13 , depolama sonunda 4.21 ± 0.01 olarak belirlemişlerdir.

Gün vd. (1994), alabalık marinatlarının olgunlaşması sırasındaki pH değeri taze örnekte 6.5 iken marinyasyon sonrası pH değeri 4.32 olarak belirlenmiştir. Cabrer et al. (2002), hamsi balığının marinyasyonu esnasında meydana gelen fiziksel, kimyasal değişimler üzerine yapılmış çalışmada başlangıçtaki pH değeri 6.4 iken 2 aylık depolama sonunda pH'nın 4.2 değerine düştüğünü belirtmişlerdir. Yapar (1998), 10 haftalık depolama süresi boyunca hamsi marinatlarındaki bazı kalite değişimlerini incelemiş ve haftalık olarak pH analizleri yapmıştır. pH değeri ilk hafta 1. grup üründe 4.50, 2. grup üründe 4.55 iken 10'ncü hafta 1. grup 5.08, 2. grup ise 5.02 olarak belirlemiştir. Marine ürünlerde pH değerinin 4.1 – 4.5 olması ve 4.8'i aşmaması gerekmektedir. pH 4.8'in altında bütün gıda zehirlenmesi ve bozulması yapan bakterilerin çoğunun gelişimi önlenmektedir. Asetik asit etkisiyle pH değeri 4.3'e düşmektedir. Bu pH değeri, proteazlar özellikle de katepsin tipi enzimler için çok uygundur. Vücuda özel bu enzimlerin marinata özgü aromanın oluşumunda etkisi oldukça büyük olduğu bildirilmiştir (Rehbein and Oehlenschager, 1996; Mclay, 1972; Ludorff and Meyer, 1973; Karl and Schreiber, 1990; Tülsner, 1994).

Araştırmada taze zargana balığının pH değeri 6.16 ± 0.00 olarak belirlenirken marinat sonrası pH değerleri önemli ölçüde düşmüş (4.82 ± 0.01), pH değeri açısından ürün istenilen özelliklere uygunluk göstermiştir, yapılan diğer çalışmalarla araştırma paralellik göstermiştir. pH değeri mikrobiyal ve enzimatik aktiviteyi etkileyen önemli bir faktördür. Marinyasyon sırasında taze balığın pH değeri önemli ölçüde düşmektedir. pH'da gözlenen düşüş, kullanılan sirkenin asidik olmasına, ilk aydan itibaren tekrar yükselmeye başlaması ise ürünlerdeki uçucu azotlu bileşiklerin açığa çıkmasından kaynaklanabileceği söylenmiştir (Karl et al., 1995; Yapar, 1998).

Dokuzlu (1996), hamsi marinatlarında depolama süresince TVB-N miktarlarını ölçmüş ve depolamanın ilk 6 ayı TVB-N miktarının 9.8 mg/100 g olarak sabit kaldığını, 7. ay 11.2 mg/100 g, 8'inci ay 14 mg/100 g olduğunu belirtmiştir. Kılınç (2003), sardalya balığından yapmış olduğu marinatlarda TVB-N değerini başlangıçta 10.27 mg/100 g olarak belirlemiş $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sonunda TVB-N değerleri domatesli ve limonlu pastörizasyonlu ile domatesli ve limonlu pastörizasyonsuz gruplarda sırası ile 19.13 mg/100 g, 20.53 mg/100 g, 28.47 mg/100 g, 28.0 mg/100 g olarak bulgulamıştır. Duyar ve Eke (2009), hamsi balıklarının tazesinde TVB-N değeri 8.14 ± 0.47 mg/100 g, 10'uncü gün marinatta 9.33 ± 0.47 mg/100 g ve depolamanın 170'inci gününde 17.63 ± 0.77 mg/100 g olarak bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar palamut marinatta başlangıçta 7.47 ± 0.47 mg/100 g olan TVB-N değerinin depolama süresince arttığını ve 170'inci günde 18.67 ± 0.47 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada taze zargana balıklarında TVB-N değeri 9.33 ± 1.87 mg/100 g iken depolama sonunda 16.80 ± 0.81 mg/100g olarak bulunmuştur. TVB-N değerlerinin literatür verilerinde olduğu gibi sınır değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Bunun temel nedeninin ise ortamın asidik yapısının ürünün bozulmasında söz sahibi olan birçok enzimatik ve mikrobiyolojik aktiviteyi durdurmasından olabileceği ayrıca kullanılan asit ve tuz miktarlarının TVB-N değerini düşürdüğü düşünülmektedir. Marine ürünlerde asetik asit etkisi ile biyokimyasal aktiviteler bloke edildiğinden depolama süresi içinde TVB-N miktarı devamlı artış gösteren sensorik değişimlere kıyasla düzensiz bir gelişim gösterebilir (Tülsner, 1994). Arık et al. (2002), marinata işlenmiş tatlı su balıklarının raf ömrünü belirlemek üzere yapmış oldukları bir çalışmada TVB-N değerleri ile ilgili benzer bulgular elde etmiş ve TVB-N değerinin bu ürünlerde kalite parametresi olarak kullanılamayacağı yönünde yorumda bulunmuşlardır. Çalışma sonucu diğer araştırmalarla benzer bulgular ortaya koymuştur.

Yapılan bir çalışmada 10 haftalık depolama süresine sahip marinatlardan %10 tuz + %2 sirke ile hazırlanan grubun başlangıçtaki TMA-N değeri 1.11 mg/100 g iken depolama sonunda 4.07 mg/100 g, %15 tuz ve %2 sirke ile hazırlanan grubun başlangıçtaki TMA-N değeri ise 1.26, depolama sonunda TMA-N değeri 3.44 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Yapar, 1998). Dokuzlu (1996), çalışmasında $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan hamsi marinatlarının TMA-N değerlerini başlangıçta 0.4 mg/100 g olarak bulurken, bu değeri depolama sonunda 0.8 mg/100 g olarak saptamıştır.

Kılınç (2003), $+4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış olduğu sardalya marinatlarının ham materyaldeki TMA-N değerini 0.88 mg/100g olarak belirlemişken 6 aylık depolamanın sonunda domatesli ve limonlu pastörizasyonlu ile domatesli ve limonlu pastörizasyonsuz grupların TMA-N değerleri sırası ile 7.73 mg/100g, 7.77 mg/100g, 10.86 mg/100g, 10.88 mg/100g olarak tespit etmiştir. Varlık vd. (2000), hamsi balıklarından yapılmış marine köftelerin depolanması çalışmalarında başlangıç TMA-N değerini 1.85 mg/100g, 150 günlük depolama sonunda ise TMA-N değerini 2.85 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Yapar (1999), üç farklı konsantrasyonla hazırladığı tuzlanmış hamsi örneklerinde başlangıç TMA-N değerini 0.87 mg/100g olarak belirlemiştir, %7.5'lük tuz uygulanan grupta 7. hafta da 14.51 mg/100g'a ulaşarak sınır değeri aşılmış, 10. hafta sonunda ise %10'lük ve %15'lik gruplarda sırasıyla 4.23 mg/100g, 3.85 mg/100g TMA-N değerleri ile sınır değeri aşmamıştır.

Duyar ve Eke (2009), hamsi ve palamut marinatında TMA-N değerini araştırmışlar taze örnekte sırası ile 0.83 ± 0.12 ve 1.17 ± 0.08 mg/100g TMA-N tespit etmişlerdir. Aynı balıkların depolamaya bağlı olarak TMA-N değerlerinde

değişimler olduğunu bildirmişler depolamanın 170'inci gününde sırası ile 0.50 ± 0.13 ve 0.80 ± 0.05 mg/100g TMA-N tespit etmişlerdir. TMA değeri, taze balıkta yaklaşık 1 mg/100 g, bozulmuş örneklerde ise 8 mg/100 g'n üzerindedir (Anonim, 1986). Araştırmada taze zargana balıklarının TMA-N değeri 1.33 ± 0.18 mg/100g iken depolama sonunda ise 0.11 ± 0.04 mg/100g olduğu tespit edilmiş ve tüketilebilirlik sınır değeri aşılmamıştır. Elde edilen sonuçların taze örneklerle göre düşük olmasının nedeni TMA-O'in depolama sırasında mikroorganizma ve enzimlerin etkisi ile TMA-N'a indirgenmesi, reaksiyonun devamında TMA-N'nda de parçalanarak Dimetilamin-azot (DMA-N), Monometilamin-azot (MMA-N), formaldehit ve amonyağa dönüşmesi, kullanılan sirke ve baharatların bozulmayı geciktirici etkiye sahip olması ayrıca tuz konsantrasyonundaki artışın TMA-N değerindeki artışı engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Varlık ve Yolcular 1987; Yapar, 1999). Araştırma sonuçları literatür verileriyle paralellik göstermiştir.

Yapılan bir araştırmada, %10 tuz - %2 sirke kullanılarak hazırlanan olgunlaştırma çözeltisinde marine edilen hamsi filetoalarının TBA değeri 1. haftada 1.65 mg malonaldehit kg^{-1} iken 10. haftada 2.35 mg malonaldehit kg^{-1} 'a, %15 tuz - %2 sirke ile hazırlanan olgunlaştırma çözeltisinde marine edilen hamsi filetoalarının TBA değeri 1. haftada 1.13 mg malonaldehit/kg iken 10. haftada 2.34 mg malonaldehit kg^{-1} 'a ulaşmıştır (Yapar, 1998). Duyar ve Eke (2009), hamsi ve palamut marinatında TBA değerlerini ölçmüşler taze hamside TBA değerinin 2.16 ± 0.50 mg malonaldehit kg^{-1} olarak belirlerken taze palamutta bu değeri 1.45 ± 0.23 mg malonaldehit kg^{-1} olarak bulmuşlardır. TBA değeri her iki marinattada depolama süresi boyunca artış göstermiş hamsi marinatta 130'uncu gün tüketim sınır değerini aşmıştır. Palamut marinatta ise 170'inci günde sınır değeri geçmiştir.

Çok iyi materyalde tiyobarbütirik asit sayısı 3'ten az, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 7-8 mg malonaldehit kg^{-1} arasındadır (Schormüller, 1968; 1969). Araştırmada TBA sayısı taze zargana balıklarında 0.99 ± 0.09 mg malonaldehit/kg, zargana marinatı ise 3.83 ± 1.03 mg malonaldehit kg^{-1} TBA değeriyle sınır değerini aşılmadığı tespit edilmiş sonuçlar diğer araştırmalar ile paralellik göstermiştir.

Kılınç (2003), sardalya marinatları ile yapmış olduğu çalışmasında başlangıçta 0.83 milimol O_2/kg olan peroksit sayısını, 6 aylık depolamanın sonunda domatesli ve limonlu pastörizasyonlu, domatesli ve limonlu pastörizasyonsuz marinat gruplarında sırasıyla 3.05 milimol O_2/kg , 3.40 milimol O_2/kg , 3.20 milimol O_2/kg ve 3.42 milimol O_2/kg değerle tüketilebilirlik sınırları içerisinde olduğu belirtmiştir. Gıdalarda yağlar okside olduğu zaman kokusuz, tatsız, bileşikler olan ve tüketicilerin duyuları ile saptanamayan sadece indirekt olarak acılaştırmadan sorumlu peroksitler oluşmaktadır. Çok iyi bir materyalde peroksit sayısı 2 milimol O_2/kg 'in altında, iyi bir materyalde 5'ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri 8-10 arasındadır (Schormüller, 1968; Ludorff and Meyer, 1973). Araştırmada zargana marinatlarının 10. günde ortalama peroksit sayısını 0.03 ± 0.01 milimol O_2/kg olarak bulunmuş, zargana marinatlarının 170 günlük depolanması sonunda ortalama peroksit sayısı 0.20 ± 0.0 milimol O_2/kg olarak tüketilebilirlik sınırları içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Bulgularımızın literatür verileriyle uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Kavanozlarda depolama aşamasında zargana marinat örneklerinin balık etlerindeki tuz oranı 10. günde 4.71 ± 0.28 olarak saptanmıştır. Depolama süresi sonunda zargana marinatlarının etteki tuz oranı 7.64 ± 0.48 olarak belirlenmiştir.

Zargana marinat örneklerinin salamuradaki tuz oranları ise 10. günde 8.19 ± 0.21 olarak bulgulanmıştır. Depolama süresi sonunda zargana marinatlarının salamuradaki tuz oranları 9.03 ± 0.20 olarak tespit edilmiştir. Yapar (1998), %10 tuz+%2 sirke (1. grup) ve %15 tuz+%2 sirke (2. grup) kullanarak hazırladığı hamsi marinatlarında balık dokusuna geçen tuz miktarlarını incelemiş başlangıçta 1. grup marinatta %3.15, 2. grupta %4.68 olan tuz miktarı olgunlaştırma sırasında beklemeye bağlı olarak artmış ancak bu artış her iki grupta da düzenli bir artış olmamıştır. 10. hafta itibarıyla 1. grup marinatta %5.85, 2. grup marinatta ise %7.79 tuz tespit edilmiştir. Gün vd. (1994), %2 sirke+%10 tuz içeren olgunlaştırma salamurasında $+4^\circ C$ 'de depolanan alabalık marinatlarında başlangıçtaki % tuz miktarları balık etinde %0, salamurada %10.66 olarak belirlenmiş, 50 saatin sonunda %tuz miktarları balık etinde %5.932, salamurada %6.809 olarak tespit edilmiştir. Dokuzlu (1996), %4 asetik asit ve %12 tuz konsantrasyonlarında hazırladığı hamsi marinatlarını $+4^\circ C$ 'de 8 ay incelemiş ve başlangıçtaki % tuz miktarını ette %4.07, 8. ayın sonunda ise %3.95 olarak belirlemiştir.

Kavanozlarda depolama aşamasında zargana marinat örneklerinin balık etlerindeki sirke oranları 10. günde 0.23 ± 0.03 olarak saptanmıştır. Balık etindeki sirke oranı depolama periyoduna bağlı olarak marinatta artış göstererek 170'inci günde 3.15 ± 0.06 değerlerine ulaşmıştır.

Zargana marinat örneklerinin salamuradaki sirke oranları 10. günde 0.27 ± 0.03 olarak bulgulanmıştır. Salamuradaki sirke oranları depolama periyoduna bağlı olarak marinatta artış göstererek 170'inci gün 5.00 ± 0.20 değerlerine ulaşmıştır.

Cadun (2002), $1^\circ C$ 'de 40 günlük depolama boyunca çimçim karides'ten yapmış olduğu marinatların bazı kalite değişimlerini incelemiş ve belli yüzdelerde sitrik asit ve tuz ile hazırlanan marine gruplarda % sirke analizlerini yapmıştır. 0. gün antimikrobiyal katkı ve katkısız marinat gruplarının % sirke miktarlarını sırasıyla %0.30, %0.52, 26'ncı günde ise sırasıyla %0.39, %0.44 olarak saptamıştır. Salamurada 0. güne ait % sirke miktarları sırası ile %0.46, %0.49, 26'ncı güne ait % asit miktarları ise %0.43, %0.55 olarak tespit edilmiştir. Dokuzlu (1996), yapmış olduğu çalışmada %4 asetik asit ve %12 tuz konsantrasyonlarında hazırladığı hamsi marinatlarını $+4^\circ C$ 'de 8 ay incelemiştir. İlk ayda %1.34 olarak ölçtüğü % asit miktarı 7. aya kadar artmış ve %1.94 değerinden 8. Ay %1.48 değere düşmüştür.

Gün vd. (1994), %2 sirke+%10 tuz içeren olgunlaştırma salamurasında $+4^\circ C$ 'de depolanan alabalık marinatlarında başlangıçtaki % sirke miktarını %0, 2 saatlik aralıklarla yapılan analizler sonucunda 50. saatte sirke miktarını ise %1.827

olarak belirtmişlerdir. Salamuradaki % sirke miktarı ilk saatte %2.059, 50. saatte %1.175 olarak tespit etmişlerdir. Yapar (1998), 10 haftalık depolama süresi boyunca hamsi marinatlardaki bazı kalite değişimlerini incelemiş ve iki farklı %10 tuz+%2 sirke (1. Grup) ve %15 tuz+%2 sirke (2. Grup) olgunlaştırma çözeltisinde buzdolabı koşullarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de) muhafaza ettiği ürünlerde % sirke miktarları 1. Hafta 1. grupta %0.66, 2. grupta %0.60 olarak 10. hafta ise 1. grup %1.01, 2. grup %0.98 olarak saptanmıştır. Salamurada % sirke miktarları 1. haftada 1. grup için %1.35, 2. grup %1.13 iken 10. haftadaki değerler 1. grupta %0.98, 2. grupta %1.00 olarak tespit edilmiştir.

Marinatlarda ürünün kalitesini etkileyen özellikler arasında asit ve tuz içeriği, oluşan tat yönünden önemlidir. Araştırmada balık etinde ve salamurasında tuz-sirke bulguları incelendiğinde depolama süresince tuzluluğun ve sirkenin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum diğer araştırmacıların bulguları ile paralellik göstermiş, ürünün asit ve tuz oranını ham maddenin su aktivitesi ve denatüre olmuş protein miktarının etkilediğini, salamurada tuzun olması gereken konsantrasyonun ham maddenin tazeliğine, kimyasal bileşimine, et sıklığına, asit oranına, damak zevkine, mevsime ve ürünün öngörülen depolama süresine ve muhafaza şartlarına bağlı olarak değiştiği ayrıca balık etinin tuzu absorbe etmesinin sıcaklıkla doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçları diğer çalışmalarla benzerdir (Mclay, 1972; Ludorff and Meyer, 1973; Meyer, 1965; Connell, 1980).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yarı konserve olan marinatlarda esas koruyucu asetik asit ve tuz kombinasyonudur. Bu maddelerin bakteri ve enzimler üzerindeki inhibitör etkileri konsantrasyonla artar. Amaç sadece bakteri ve enzimlerin etkisini sürdürmek değil, aynı zamanda ham maddenin tadı, dokusal ve yapısal özelliklerini yumuşatmak veya değiştirmek, böylece karakteristik bir tada ve uzatılmış ancak sınırlı bir raf ömrüne sahip bir ürün elde etmektir. Daha önce yapılan araştırmalarda hamsi, ringa, sardalya, istavrit, midye gibi su ürünleri kullanılarak marinat yapılmış ancak zargana balıklarından marinat yapımı üzerine yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Zargana balıklarından marinat üretimi ve raf ömrü üzerine yapılan bu araştırmada, duyuşal değerlendirme ve TBA değeri marinat ürünlerinin raf ömrünü belirlemiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalar ise marinatlanmış balıkların raf ömrünü uzatmaya ve tüketimini teşvik etmeye yönelik olmalıdır. Ayrıca ticarileştirilmesi gereken ürünlerde pH değerinin 4.8 I aşmaması gerektiği ve ona göre işlemlerin yapılması gerektiği gibi bir açıklama eklenebilir.

Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları ne kadar iyi olursa olsun gıda maddelerinin kalite kontrolünde duyuşal analizler ürün hakkında karar vermede ilk sırada gelmektedir. Yapılan bu araştırmada ürünün genel görünümü dışındaki tüm duyuşal özellikler panelistler tarafından iyi olarak değerlendirilmiştir. Salamuradan kaynaklanan bulanıklık ise genel görünümde bozukluk olarak vurgulanmıştır. Gelecekteki araştırmalar, paketleme materyalinin değiştirilmesinin, damak tatlarına uygun salamura ve soslar kullanılmasının bulanıklığı önlenmesinde etkili olup olmaması üzerine yapılmalıdır.

Su ürünleri insan gıdası olarak hem taze hemde işlenmiş olarak mutlaka tüketilmesi gerek bir gıdadır. Koku ve tadı beğenilmediğinden dolayı tüketimi az olan balıklar, marinat teknolojisi ile işlenip lezzet katılmak suretiyle yeni bir alternatif ürün haline getirilebilir. Avrupa ülkelerinde beğenilerek tüketilen marinat ürünlerini ülkemizde de uygulayarak başta iç pazarda halkın beslenmesi için tüketim fazlasını ise ihraç edilerek milli ekonomiye büyük bir katkı sağlanabilir. Ekonomik değeri düşük olan balık ve kabuklu türleri marinata işlenerek katma değeri yüksek ürünler üretilmelidir. Tüm işleme teknolojileri gibi marinat teknolojisi de geliştirilmeli ve sularımızdan bol olarak avlanan türlere uygulanmalıdır.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Yazar katkıları

Yazar HAD çalışmayı planladı ve laboratuvar analizlerine yardımcı oldu. EEG makalenin laboratuvar çalışmalarını yaptı ve ilk taslağını yazdı, HAD istatistiksel analizleri yaparak makaleyi yazdı.

Çıkar çatışması

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

İnsan Hakları Beyanı

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

Aksu, H., Erkan, N., Çolak, H., Varlık, C., Gökoğlu, N., Uğur, M., 1997. Farklı Asit-Tuz Konsantrasyonlarıyla Hamsi Marinatı Üretimi Esnasında Oluşan Bazı Değişiklikler ve Raf Ömrünün Belirlenmesi. Y.Y.Ü. Vet., Fak., Derg., 8(1-2)86-90.

Anonim, 1984. Official Methods of Analysis 14th. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

- Anonim, 1986. FAO Food and Nutrition Paper Manuals of Food Quality Control Food Analysis: Quality, Adulteration and Test of İdentity. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome.
- Anonim, 2005. <http://www.vetgida.ankara.edu.tr/Balik.htm>. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı.
- Arık, F., Fiedler, F., Lukowicz, M. V., Sperner, B., Stolle, A. 2002. Untersuchungen zur Haltbarkeit von be-und verarbeiteten Süßwasserfischen, Arch. Lebensmittelhyg, 52; 34-39.
- Bakıcı, İ., 1987. Tuzlu Balıklar. Balık Turşusu (Marinat). Et ve Balık Endüstrisi Dergisi. 8 (50), s. 23-29.
- Bayraklı, B., Duyar, H. A. 2016. The Effect of Freshness on Meat Color and Chemical Composition of European Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, caught by Purse Seine in the Black Sea. Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg.(IJAAEE), 3(2), 2349-1523.
- Bayraklı B. Duyar, H.A. 2019a. Karadeniz’de Hamsi Ununa Alternatif Olarak Üretilen Çaça Ununun Besin Bileşenlerinin Karşılaştırılması. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 545-550.
- Bayraklı, B., Duyar, H. A. 2019b. The Effect of Raw Material Freshness on Fish Oil Quality Produced in Fish Meal & Oil Plant. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 4(3), 473-479.
- Bayraklı, B., Özdemir, S. Duyar, H. A. 2019. Karadeniz’de Hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve Çaça (*Sprattus sprattus*) Balıklarının Avcılığı ile Balık Unu-yağı İşleme Teknolojisi Üzerine Bir Araştırma. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 5(2), 9-16.
- Boland, F.E., Paige, D.D., 1971. Collaborative Study of a Method for The Determination Of Trimethylamine Nitrogen in Fish. *Journal of The AOAC*, 4(3): 725-727.
- Botta, J.R., Lauder, J.T., Jewer, M. A. 1984. Effect of Methodology on Total Volatile Basic Nitrogen (TVB-N) Determinations As An Index of Quality Of Fresh Atlantic Cod (*Gadus morhua*). *Journal of Food Science*, 49,734-736.
- Cabrer, A. I., Casales, M. R. Yeannes, M. I., 2002. Physical and Chemical Changes in Anchovy (*Engraulis anchoita*) Flesh During Marination. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 11(1):19-31.
- Cadun, A., 2002. Çimçim Karides’ten (*Parapenaeus longirostris*, Lucas,1846) Marinat Yapımı ve Kalitesi Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 96.
- Connell, J. J., 1980. Marinades, In *Control of fish quality* 2nd ed. Torry Research Station, Aberdeen, Scotland. ISBN 0-85238-105-0. p. 102-105.
- Connell, J. J., 1990. *Control of Fish Quality*. Third Edition, Fishing News Books, 227p.
- Curran, C.A., Nicoladies, L., Poulter, R.G., Pors, J. 1980. Splipidage of Fish from Hong Kong at Different Storage Temperatures. *Trop Sci.*, 22, 367-382.
- Çağlak, E., Karslı, B., Koral, S., 2015. Effects of different processing techniques on the carpet shell (*Ruditapes decussatus* Linnaeus, 1758). *Journal of Food Safety and Food Quality* 66, Heft 5, Seiten 125–156.
- Dokuzlu, C., 1996. Marinat Hamsi Üretimi Sırasında Kullanılan Asit-Tuz Oranlarının Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkileri ve Raf Ömrünün Belirlenmesi, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı. s. 56.
- Duyar, H.A., 2016. Su Ürünleri İşleme, Nakil, Pazarlama, Balık Halleri GTHB uygulamaları. 2023-2071 Vizyonuyla Tarım. S.242 – 261. ISBN: 978-605-85250-1-6
- Duyar, H.A., Eke, E., 2009. Production and Quality Determination of Marinade from Different Fish Species *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(2): 270-275.
- Gün, H., Gökoğlu, N., Varlık, C., 1994. Alabalık (*Onchorynchus mykiss*, W., 1792) Marinatında Olgunlaşma Süresinin Belirlenmesi, İ.Ü., Su Ürünleri Dergisi. 1-2.
- Happich, F. A., 1977. Informative Untersuchungen über Gewinchtsveränderungen bei der Herstellung von Fischprodukten, Arch. Lebensmittelhyg., 28: 121-160
- Karl H., Schreiber, W. 1990. Salz- und Sauregehalt von Marinaden: eine status-quo- Untersuchung, Dtsch. Lebensm. Rdsch, 9:286-288.
- Kılınç, B., 2003. Sardalya Balığından (*Sardina pilchardus* W.,1792) Marinat Üretimi ve Raf Ömrü Üzerine Bir Araştırma., Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 139.
- Kurtcan Ü, Gönül M. 1987. Gıdaların duyuusal değerlendirilmesinde puanlama metodu. *Ege Univ Müh Fak Dergisi Seri B*; 5:137-46.

- Ludorff, W., Meyer, V., 1973. Fische und Fischerzeugnisse. Paul Perey Verlag, Berlin und Hamburg. 309 p.
- McLay, R., 1972. Marinades Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Torry Research Station. Torry Advisory Note. No.56.
- Merrill, A.L., Watt, B.K. (1973). Energy value of Foods, basis and derivation. Agriculture research service. United States Department of Agriculture. Agriculture handbook No:74, p 2., 3. and 5.
- Meyer, 1965. Marinades. Fish as Food. Vol. 3. Processing: Part 1. Academic Pres New York San Francisco, London. p. 165-193.
- Öksüz, A., 2016. Gıda Olarak Su Ürünleri: Toplum Beslenmesi ve GTHB Uygulamaları. 2023-2071 Vizyonuyla Tarım. S.262-275. ISBN: 978-605-85250-1-6 Ankara.
- Rehbein, H., Oehlenschager, J., 1996. Fishce und Fischerzeugnisse, Krebs und Weichtiere, 395-411.
- Schormüller, J., 1968. Handbuch der Lebensmittel Chemie, Band III/2 Teil. Trierische Lebensmittel Eier, Fleisch, Buttermilch. Springer. Verlag. Berlin, Heidelberg, Newyork, 1482-1537.
- Schormüller J., 1969. Handbuch der Lebensmittel Chemie, Band IV, Fette und Lipide (Lipids), Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 872-878.
- Sümbüloğlu, K. Sümbüloğlu, V., 2000. Biostatistics. pp.:269. Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Tarladgis, B.G., Watts, B.M., Younathan, M.T., Dugan, L. 1960. A Distillation Method for the Quantitative Determination of Malonaldehyde in Rancid Foods. The Jour. of The American Oil Chemists Society, vol. 37. 44-48.
- Tırakoğlu, T., 2003. Farklı Yöntemlerle Depolanan ve Marinat Hamsi Üretiminde Kullanılan Hamsinin Tazeliğinin Ürünün Mikrobiyolojik ve Organoleptik Kalitesi Üzerine Etkilerinin Saptanması. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, s. 49.
- Tülsner, M., 1994. Fischverarbeitung. Bd.1- Rohstoffeigenschaften von Fisch und G Grundlagen der Verarbeitungsprozesse, Behr's Verlag, Hamburg. 224.
- Varlık, C., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Marinat Üretiminde Sıcaklığın Sirke/Tuz Geçişi Üzerine Etkisi. Gıda. 18 (4), s. 223-228
- Varlık, C., Yolcular, H., 1987. Dondurulmuş Lüfer ve Hamsinin Depolanması. Gıda Sanayi. 2:39-42.
- Yapar, A., 1998. İki Farklı Olgunlaştırma Çözeltisi Kullanarak Hazırlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L., 1758) Marinatlarında Bazı Kalite Değişimleri. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 15, (1-2):1-7.
- Yapar, A., 1999. Üç Farklı Tuz Konsantarasyonu Kullanarak hazırlanan Tuzlanmış Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)'ler de Kalite Değişimi. Türk J. Vet. Anim. Sci. 23. 441-445.



Değirmen Deresinin (Kastamonu) Üzerindeki Alabalık İşletmelerinin Bentik Makroomurgasızlara Etkisi

Hasan Yaman , Mine Kırkağaç* 

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara/Türkiye

*E-mail: kirkagac@agri.ankara.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:

04/11/2020

Kabul Tarihi:

03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Değirmen Deresi

Bentik makroomurgasızlar

Çeşitlilik indeksi

Su kalitesi

Öz

Bu çalışmada, Kastamonu ilinde yer alan Değirmen Deresi'nin makroomurgasız kompozisyonunun aile düzeyinde belirlenmesi ve karada kurulu iki gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) çiftliğinin (sırasıyla 50 ton/yıl ve 10 ton/yıl kapasiteli) çıkış sularının bentik makroomurgasız yapısına olası etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma, Mayıs 2016 - Ocak 2017 tarihleri arasında yürütülmüştür. Bentik makroomurgasız örnekleri dere üzerinde seçilen 5 istasyondan mevsimlik olarak (Mayıs, Ağustos, Kasım, Ocak) alınmıştır. İstasyonlarda aynı zamanda su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve pH ölçümleri yapılmıştır. Su kalitesine ilişkin sonuçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve derenin genel olarak "Yüksek Kaliteli Su" sınıfında olduğu belirlenmiştir. Bentik makroomurgasız kompozisyonu olarak, 12 takım içerisindeki 23 aileye ait toplam 2517 birey tespit edilmiş, en baskın grup Gammaridae familyası olmuştur. Bentik makroomurgasız ortalama toplam bolluğunun, istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). Shannon-Weiner çeşitlilik indeksi (H), 0-2,26 arasında bulunmuş, tür çeşitliliğinin kaynak bölgesindeki 1. istasyonda ve son istasyon olan 5. istasyonda düşük olduğu tespit edilmiştir. Bentik makroomurgasızların dağılımında; 50 ton/yıl kapasiteli alabalık işletmesinin çıkış suyunun karıştığı 2. istasyon da dahil, kirliliğe toleransı düşük bireylerin genellikle derenin üst kısımlarındaki istasyonlarda bulunduğu gözlemlenmiş, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ve yerleşimin olduğu bölgelerden sonra gelen son istasyonda ise daha toleranslı türler tespit edilmiş aynı zamanda birey sayısı da azalmıştır. Sonuç itibarıyla, Değirmen deresinden elde edilen bentik makroomurgasız ve su kalitesine ilişkin sonuçlar bilimsel bir veri tabanı oluşturmakta ve dere üzerindeki alabalık işletmelerinin çıkış sularının henüz olumsuz etkisi görülmemekle birlikte, su kalitesi indikatörü olan bentik makroomurgasızlar açısından derenin uzun dönemli izlenmesi önerilmektedir.

The Effect of Land Based Trout Farms on the Benthic Macroinvertebrates at Değirmen Brook (Kastamonu)

Article Info

Received:

04/11/2020

Accepted:

03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Değirmen Brook

Benthic macroinvertebrates

Diversity index

Water quality

Abstract

In this study, it is aimed to determine the macroinvertebrate composition at family level of Değirmen Brook in Kastamonu Province and to reveal how benthic macroinvertebrate composition have been affected from two land based rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) farms located in to the brook, 50 tons / year and 10 tons / year respectively. The study was conducted between May 2016 - January 2017. Samples of benthic macroinvertebrates were taken from 5 selected stations on the stream seasonally (May, August, November, January). At the stations, water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and pH were measured. The results regarding water quality were evaluated according to the Surface Water Quality Regulation and except the water conductivity parameter of the brook it was determined that the stream was classified as "High Quality Water". A total of 2517 individuals belonging to 23 families in 12 orders were identified as the benthic macroinvertebrate composition and the most dominant group was "Gammaridae" family. The Shannon - Weiner diversity index (H) was found to be between (0-2,26), species diversity was found to be low in the first station in the source region and the last station in the 5th station. In the distribution of benthic macroinvertebrates, including the 2nd station as the effluents of the trout farm with a capacity of 50 tons / year is mixed; it was observed that individuals with low tolerance to pollution were generally found in the stations at the upper parts of the creek, and more tolerant species were identified at the last station following agricultural and animal husbandry activities and settlements. As a result, the findings related to benthic macroinvertebrate composition and water quality obtained from Değirmen Brook have provided a scientific database, as well as, it is recommended that benthic macroinvertebrates which are the water quality indicators of the brook should be examined for long term.

Atıf bilgisi/Cite as: Yaman, H. & Kırkağaç, M., (2020). Değirmen deresinin (Kastamonu) üzerindeki alabalık işletmelerinin bentik makroomurgasızlara etkisi. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 74-85.

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve doğal kaynakların sınırsız kullanımı ekolojik dengeyi etkilemekte olup, su kaynakları yoğun kirlilik etkisi altında kalmaktadır. Mevcut su kaynaklarından en fazla etkilenen ve bu etkiyi göl, baraj gölü ve deniz gibi diğer su ünitelerine taşıyan akarsulardır (Richards vd., 1997, Yıldız ve Kırkağaç, 2001).

Gelişmekte olan ülkelerin hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayi faaliyetleri sonucu su kaynaklarının orantısız kullanılmasına karşın arıtma tesislerinin yetersiz kalması ya da hiç bulunmaması, bu nedenle kanalizasyon ve endüstri atık sularının alıcı suya boşaltılması ve havzaya düşen yağmur suları ve tarım sulama sularının taşıdığı kirletici maddeler çevresel tehdit oluşturmaktadır. Akuatik sistemlerde kirlenmenin her türü akarsularda fizikokimyasal ve biyolojik değişikliklere sebep olmaktadır (Kırkağaç ve Köksal, 2004).

Su kalitesinin tespiti için biyolojik yaklaşım, fizikokimyasal analizleri tamamlayıcı olarak geliştirilmiştir. Örnekleme noktasındaki su kalitesi ile ilgili olarak sucul ortamdaki bazı organizma topluluklarının bulunması; ya da söz konusu organizma kümelerinin yokluğu periyodik kimyasal örneklemlerde gözden kaçabilecek atık deşarjlarını veya kirletici varlığını gösterebilir. Su kalitesinin belirlenmesinde biyolojik su kalitesi tayin metotları geliştirilmiş ve bakterilere, algere, yüksek yapılı su bitkilerine ve bentik makroomurgasızlara bağlı olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu metotlar orta ve uzun vadedeki değerleri tespit etme amacına yöneliktir (Zeybek, 2007).

Bentik makroomurgasızlar, gözle görülebilecek kadar büyük olmaları, yavaş hareket etmeleri, basit aletlerle örnekleme yapılarak yakalanabilmeleri, yaşam alanlarının sınırlı olması, su kalitesindeki herhangi bir değişimde tepki vermeleri ve tüm yıl boyunca akarsularda bulunabilmelerinden, su kalitesi araştırmalarında sıklıkla indikatör organizma olarak tercih edilmektedirler (Sukatard vd., 2006).

Su ürünleri yetiştiriciliğine uygun kullanılabilir kaynakların azaldığı günümüzde, doğal kaynakların verimli kullanılması toplumsal bir görevdir. Kara üzerine kurulu tesislerde yapılan su ürünleri yetiştiriciliği ile su ortamına çeşitli miktarlarda atıklar bırakılmaktadır. Balık çiftliklerinin çıkış sularında bulunan tüketilmeyen yem, balık dışkıları, pulları, mukus gibi atıklar ve suda çözülmüş azot ve fosfor gibi bileşikler akarsuların aşağı kısımlarına taşınmaktadır (Cornel ve Whoriskey, 1993). Su hareketleri ve değişiminin oldukça yüksek olduğu yerlerde, bu atıklar geniş bir alana yayılır ve artan azot ve fosfor gibi besin elementleri, azalan çözülmüş oksijen miktarı ile su ve sediment kalitesinde değişikliklere yol açar. Bununla birlikte sediment kalitesinin biyolojik göstergesi olan bentik makroomurgasız toplulukları da etkilenir (Reynoldson ve Zarull, 1989, Bulut ve Akçimen, 2015).

İç sularda özellikle karasal kökenli balık çiftliklerinden çıkan suların akarsulara etkilerine ilişkin çalışmalar diğer ülkelerde ve ülkemizde sınırlı sayıda (Kırkağaç vd. 2009, Kırkağaç vd., 2004, Pulatsü vd., 2004).

Bu çalışma; Kastamonu İli'nde yer alan Değirmen deresinde bentik makroomurgasız kompozisyonunu aile düzeyinde ortaya koyan ilk araştırma olması bakımından özgündür. Çalışmada; üzerinde gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) yetiştiriciliğinin yapıldığı farklı kapasitelerde karasal kökenli iki tesisten çıkan suların bentik makroomurgasız yapısı üzerine olası etkileri de ortaya konmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanı

Araştırma bölgesi olarak seçilen Değirmen deresi Aşağı Karadeniz Havzası içerisinde bulunmakta olup Kastamonu ili merkez ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Kaynağı Kastamonu'ya 22 km uzaklıktadır (Şekil 1). Toplam uzunluğu 10400 m olup Daday Çayı ile birleşerek Gökırmak'a karışmaktadır. Debisi aylara göre mevsimsel değişiklikler göstermekle birlikte 30 yıl ortalaması 202 l/sn'dir. En düşük debi Kasım ayında ort. 120 l/sn, en yüksek debi ise Mayıs ayında ort. 290 l/sn'dir. Dere, yıl boyunca kurumamaktadır (DSİ 23. Bölge Müdürlüğü, Sözlü Görüşme, 2018). Kaynağından hemen sonra konumlanmış ve biri işlevsel olmayan toplam üç adet karasal kökenli alabalık yetiştiricilik işletmesi bulunmaktadır. İşletmelerin yıllık üretim kapasiteleri sırasıyla 50 ton ve 10 ton dur.



Şekil 1. Değirmen Deresi'nin lokalizasyonu ve örnek alma istasyonları

Çalışma; Mayıs 2016 – Ocak 2017 tarihleri arasında, çamur örnekleri seçilen istasyonlardan mevsimleri temsil edecek şekilde 4 kez (Mayıs, Ağustos, Kasım, Ocak) alınarak, yürütülmüştür.

İstasyonlar, Kastamonu ili Değirmen deresinin kaynağı ile Daday çayına karıştığı nokta arasında toplam 5 istasyon seçilmiştir. Birinci örnekleme istasyonu, alabalık yetiştiricilik tesislerinden önce, derenin kaynağından yaklaşık 1 km kadar üzeri kapalı şekilde gelip yeryüzüne çıktığı noktadır. İkinci istasyon, 50 ton kapasiteli alabalık yetiştiricilik tesisinden sonraki istasyon olup, çevresi ağaçlarla çevrili ve zemini %30 çakıl, %70 kumdur, çevresinde bitki örtüsü oldukça fazladır. Üçüncü istasyon, kapasitesi 10 ton olan alabalık üretim tesisinden sonraki istasyondur. Zemin yapısı kayalık olan istasyonun çevresinde bitki örtüsü daha azdır. Dördüncü istasyon, zemini çakıl ve kum olup, çevresinde bitki örtüsü fazladır ve alabalık tesislerinden yaklaşık 1 km sonra henüz tarım ve evsel atıkların yoğun olmadığı bir noktadır. Beşinci istasyon ise, tarım ve hayvancılık yapılan yerleşim birimlerinden sonra, organik ve kimyasal kirlenmeye maruz kalabilecek pozisyonda olan, Daday çayına karışmadan hemen önceki noktadır (Şekil 1, Çizelge 1).

Çizelge 1. Değirmen deresi örnekleme istasyonlarının GPS koordinatları ve rakım değerleri

Örnekleme İstasyonlarının GPS Koordinatları ve Rakımları				
1. İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4. İstasyon	5. İstasyon
41°31'55" K	41°31'44" K	41°31'34" K	41°31'30" K	41°26'31" K
33°47'17" D	33°47'10" D	33°46'57" D	33°46'50" D	33°47'44" D
Rakım: 1022	Rakım: 1005	Rakım: 985	Rakım: 967	Rakım: 705

Yöntem

İstasyonlarda örnekleme, standart dip kepçesi ve gerektiğinde Surber örnekleme aleti ile akarsuyun akıntılı, az akıntılı ve kenar bitkilenmesinin olduğu yerlerden 10-15 dk süre ile farklı habitatlardan örnekler alınmaya çalışılmıştır (Edmondson ve Winberg 1971). Toplanan çamur örnekleri kavanozlara konulup istasyon adı ve tarih bilgileri ile etiketlenerek, aynı gün Ankara Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Laboratuvarı'na getirilmiştir.

Bentik makroomurgasız örneklerinin alımı sırasında, istasyonlarda suyun sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH ve elektriksel iletkenlik değerleri, çamur örneklerin alımı sırasında, istasyonlarda multiparametre ölçüm cihazı ile yerinde ölçülmüştür. Toplanan dip çamur materyalleri 250-3000 µ göz açıklığına sahip bir seri elekten geçirilip, bentik makroomurgasız bireyleri seçilerek %4 lük formaldehit solüsyonu içerisinde saklanmıştır. Bentik makroomurgasızların teşhisleri Edmondson (1959), Macan (1975) ve Smith (2001)'e göre inverted mikroskop altında familya düzeyinde yapılmıştır. Teşhisi yapılan organizmalar sayılmış ve birim alanda birey sayısı olarak verilmiştir.

Çeşitlilik İndeksi Uygulaması

Araştırmadan elde edilen verilere, istasyonları karşılaştırmak ve istasyonlardaki makroomurgasızların kirliliğe karşı tepkilerini belirlemek amacıyla, çeşitlilik indekslerinden en sık kullanılan Shannon-Weaver indeksi ve türlerin popülasyon ilişkilerinin belirlenmesinde dengelik indeksi uygulanmıştır (Zischke vd., 1992).

Shannon Weaver İndeks (H);

$$H = - \sum Ni/N \log_2 Ni/N$$

Bunlardan;

H = indeks değeri

N = toplanan tüm türlerin toplam birey sayısı

Ni = Türe ait toplam birey sayısını belirtir.

Dengelik (E) ; $E = H / \ln S$, eşitliğinden hesaplanır.

H = Shannon-Weaver İndeks, S= Tür zenginliğini ifade eder.

İstatistik Analizler

Araştırma sonucu elde edilen veriler, tek yönlü (One-way ANOVA) varyans analizi ile SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılarak bolluk değerlerinin istasyonlar ve mevsimler arasındaki farklılıkları Duncan Testi ile incelenmiştir (Kesici ve Kocabaş, 2007).

BULGULAR

Değirmen deresinde makroomurgasız çeşitliliği, Insecta sınıfından Trichoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Coleoptera ve Diptera, olmak üzere 5 takım belirlenmiştir. Trichoptera takımından 4 familya, Diptera takımından 7 familya, diğer takımları ise birer familya ile temsil edilmiştir. Malacostraca sınıfı Amphipoda takımından bir familya, Annelida'dan Oligochaeta ve Hirudinea sınıflarına ait toplam 3 familya, Bivalvia sınıfından 2 familya ve Gastropoda sınıfından 2 familya ve Nematoda'dan bir familya teşhis edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Değirmen deresinde teşhis edilen taksonlar

Sınıf	Takım	Familiya
Insecta	Trichoptera	Sericostomatidae
		Rhyacophilidae
		Phryganeidae
		Hydropsychidae
	Plecoptera	Capniidae
	Coleoptera	Elmidae
	Ephemeroptera	Baetidae
	Diptera	Simuliidae
		Tipulidae
		Tabanidae
		Pediciidae
		Muscidae
		Chironomidae
		Chaoboridae
Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae
Annelida	Oligocheata	Lumbricidae
		Haplotaxidae
	Hirudinea	Hirudinidae
Bivalvia	Sphaeriida	Sphaeriidae
	Venerida	Veneridae
Gastropoda	Pulmonata	Lymnaeidae
		Planorbidae
Nematoda	Ascaridida	Ascarididae

Değirmen deresinde tespit edilen bentik makroomurgasız gruplarının istasyonlarda bulunurluk durumu Çizelge 3’de verilmiştir. Insecta’dan Trichoptera, Plecoptera, Coleoptera ve Ephemeroptera üyelerine genel olarak 4. ve 5. istasyonlar dışında diğer istasyonlarda rastlanmıştır, Diptera üyelerinden Simuliidae ve Chironomidae genel olarak tüm istasyonlarda görülmüş, diğer üyeleri sadece 1. istasyonda görülmemiştir. Değirmen deresinde teşhis edilen 23 familyadan oluşan makroomurgasızların Plecoptera, Coleoptera, Ephemeroptera, Chaoboridae, Hirudinea, Bivalvia ve Nematoda grupları hariç hepsi 2. istasyonda bulunmuşlardır.

Çizelge 3. Değirmen deresinde teşhis edilen bentik makroomurgasızların istasyonlarda bulunma durumları

Bentik makroomurgasız grupları	Familiya	İstasyonlar				
		1	2	3	4	5
Trichoptera	Sericostomatidae		+			
	Rhyacophilidae		+			
	Phryganeidae	+	+		+	
	Hydropsychidae	+	+			
Plecoptera	Capniidae	+		+		
Coleoptera	Elmidae	+		+		
Ephemeroptera	Baetidae	+		+		

Diptera	Simuliidae	+	+		+	+
	Tipulide		+			+
	Tabanidae		+			
	Pediciidae		+	+	+	
	Muscidae		+	+		+
	Chironomidae	+	+	+	+	+
	Chaoboridae			+		
Amphipoda	Gammaridae	+	+	+	+	+
Oligochaeta	Lumbricidae		+			
	Haplotaxidae		+			
Hirudinea	Hirudinidae					+
Sphaeriida	Sphaeriidae		+		+	
Heterodonta	Veneridae		+			
Gastropoda	Lymnaeidae	+	+	+	+	
	Planorbidae	+	+		+	+
Nematoda	Ascarididae		+			+

Bentik makroomurgasız ortalama toplam bolluk değerlerinin istasyonlara ve mevsimlere göre değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4). Ortalama bentik makroomurgasız bolluğu, sonbahar mevsiminde en yüksek 1. istasyonda 339 ± 19 adet/m² olarak belirlenmiştir. Bunu, 109 ± 4 adet/ m² ile 2. istasyon izlemiştir. 5. istasyonda bentik makroomurgasızlara rastlanmamıştır. Kış mevsiminde 2. istasyonda 294 ± 41 adet/m² ile ortalama en yüksek bolluk değerine ulaşılmıştır. En düşük değer ise sadece 1 ± 0 adet/m² olarak 5. istasyonda kaydedilmiştir. İlkbahar mevsiminde 1. ve 2. istasyonlarda ortalama bolluk değerleri diğer istasyonlara göre yüksek olmuştur. Aynı şekilde kış mevsiminde de 1. istasyonda ortalama bentik makroomurgasız bolluğu diğer istasyonlara göre yüksek bulunmuştur. En düşük ortalama bolluk değeri ise ilkbahar hariç 5. istasyonda kaydedilmiş olup, ilkbaharda ise en düşük bolluk değeri 4. istasyonda tespit edilmiştir. Araştırma süresince bentik makroomurgasızlar içinde en yüksek bolluk miktarına sahip olan organizma grubu Amphipoda'dan Gammaridae üyeleri olup, genel olarak 1. ve 2. istasyonlarda yüksek miktarda bulunmuşlardır.

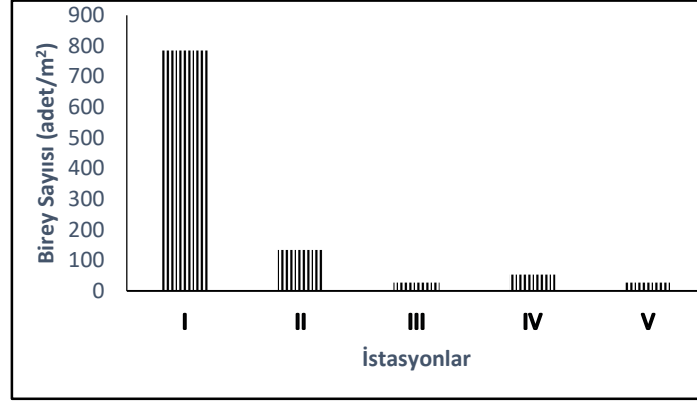
Çizelge 4. Tüm mevsimlerde ortalama bentik makroomurgasız toplam bolluk değerlerinin, istasyonlara ve mevsimlere göre değişiminin istatistiki olarak değerlendirilmesi

MEVSİM	İSTASYONLAR					
	1	2	3	4	5	Toplam Bolluk
İlkbahar	207±9 C*a**	209±22 Ba	140±15 Ab	2±0 Cd	88±7 Ac	646
Yaz	785±20 Aa	134±8 Cb	28±3 Bd	54±4 Ac	27±5 Bd	1028
Sonbahar	339±19 Ba	109±4 Cb	32±1 Bc	6±0 Cd	-	486
Kış	49±5 Db	294±41 Aa	3±0 Cc	10±1 Bc	1±0 Cc	357

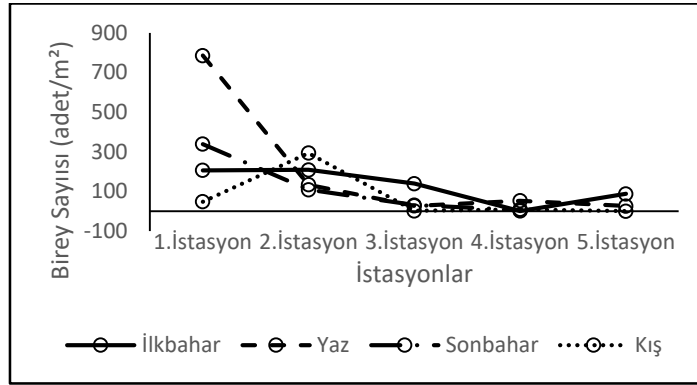
*Aynı sütunda farklı büyük harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

**Aynı satırda farklı küçük harf taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

Araştırma süresince bentik makroomurgasızların istasyonlarda toplam bolluk değerlerinin değişimi Şekil 2’de, mevsimlere bağlı değişimi ise Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 2. Değirmen deresinde bentik makroomurgasızların toplam bolluklarının değişimi (adet/m²)



Şekil 3. Değirmen deresinde bentik makroomurgasızların mevsimlere göre istasyonlardaki değişimi (adet/m²)

Değirmen Deresi bentik makroomurgasızlarının mevsimlere ve istasyonlara göre oransal değişimleri Çizelge 5’ de verilmiştir.

Çizelge 5. Değirmen deresinde bentik makroomurgasız gruplarının mevsimlerde ve istasyonlardaki oransal değişimleri (%)

Mevsim	Bentik Makroomurgasız Grupları	İSTASYONLAR				
		1	2	3	4	5
İlkbahar	Diptera	5,31	0,45	9,80	0,30	0,15
	Amphipoda	24,32	20,7	10,99	-	12,85
	Trichoptera	-	0,45	-	-	-
	Gastropoda	-	1,09	0,30	-	0,15
	Plecoptera	1,23	-	0,30	-	-
	Ephemeroptera	1,23	-	0,30	-	-
	Nematoda	-	1,70	-	-	0,47
	Oligochaeta	-	5,41	-	-	-
	Bivalvia	-	2,50	-	-	-
Yaz	Amphipoda	67,8	10,01	-	1,95	-
	Gastropoda	0,68	0,68	0,17	2,23	-
	Trichoptera	0,49	0,17	-	0,19	-
	Diptera	0,09	0,27	2,42	0,09	2,42
	Coleoptera	7,29	-	-	-	-
	Bivalvia	-	1,36	-	0,68	-

	Hirudinea	-	-	-	0,09	0,09
Sonbahar	Diptera	0,20	0,20	4,32	0,40	-
	Amphipoda	68,9	2,46	1,64	0,82	-
	Trichoptera	0,61	-	-	-	-
	Gastropoda	-	8,42	0,20	-	-
	Oligochaeta	-	7,84	-	-	-
	Bivalvia	-	3,49	-	-	-
	Coleoptera	-	-	0,50	-	-
Kış	Amphipoda	13,73	77,87	-	1,68	0,28
	Gastropoda	-	0,84	-	0,56	-
	Trichoptera	-	1,12	-	-	-
	Diptera	-	0,56	0,84	0,28	-
	Bivalvia	-	1,96	-	0,28	-

Amphipoda'dan Gammaridae üyelerine genelde tüm istasyonlarda özellikle de kaynak bölgesi olan 1. istasyon ve alabalık tesisi çıkış suyu olan 2. istasyonda tespit edilmiş ve diğer bentik makroomurgasız gruplarına göre oransal değeri daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda diğer bentik makroomurgasızlar içinde en baskın grup olmuştur.

Çeşitlilik İndeksi Uygulamasına İlişkin Sonuçlar

Değirmen deresinde tespit edilen bentik makroomurgasızlara ilişkin verilere çeşitlilik indeksi uygulanmıştır (Çizelge 6 ve Şekil 4). Mevsimsel olarak istasyonlarda tür zenginliği (S), Shannon-Weaver indeksi (H) ve dengeliklik (E) değerleri belirlenmiştir.

Araştırma süresince, tür zenginliği (S) genel olarak 0-10 arasında değişmiştir. En yüksek tür zenginliği (S=10) ilkbaharda 2. istasyonda bulunmuştur. Bununla birlikte, araştırma süresince mevsimlerde 2. istasyonda tür zenginliği en yüksek, 5. istasyonda ise en düşük olmuştur. Araştırmada, H değeri 0 - 2,2659 arasında değişmiş, sonbaharda en yüksek değer 2. istasyonda, yine aynı mevsimde en düşük değer 1. istasyonda saptanmıştır. E değerleri ise mevsimlerde ve istasyonlarda 0,0175 ile 0,8358 arasında değişmiştir. Bu da istasyonlarda bulunan bentik makroomurgasız familyalarının dağılımlarının homojen olmadığını göstermektedir.

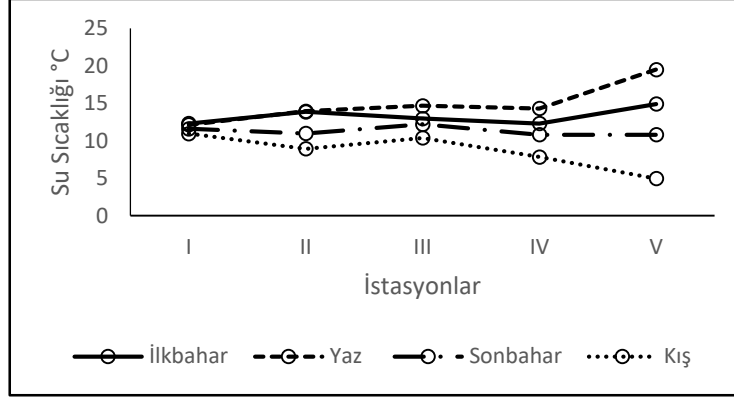
Çizelge 6. Değirmen deresinde bentik makroomurgasız bireylerinin istasyonlarda mevsimlere göre tür zenginliği (S), Shannon-Weaver İndeksi (H) ve Dengeliklik (E) değerleri

Mevsim	İndeks	İstasyonlar				
		1	2	3	4	5
Sonbahar	S	3	6	4	2	-
	H	0,10	2,27	1,31	0,72	-
	E	0,02	0,05	0,38	0,45	-
Kış	S	1	7	2	5	1
	H	-	0,38	0,92	1,44	-
	E	-	0,07	0,84	0,62	-
İlkbahar	S	5	10	6	2	4
	H	1,26	1,73	1,40	-	0,39
	E	0,24	0,32	0,28	-	0,09
Yaz	S	6	7	4	6	4
	H	0,60	1,18	0,81	2,10	0,68
	E	0,09	0,24	0,24	0,53	0,21

Değirmen Deresi'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine İlişkin Bulgular

Su sıcaklığı

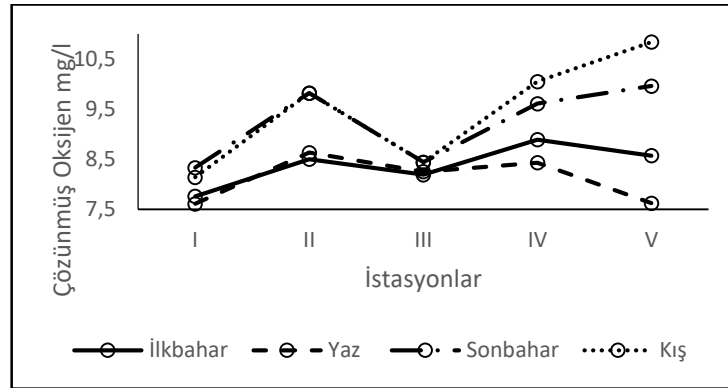
Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama su sıcaklığı değerlerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 4). Araştırma süresince ortalama sıcaklık değerleri $4,96 \pm 0,01$ ile $19,49 \pm 0,25$ °C arasında değişmiştir. En düşük değer kış mevsiminde (Ocak), en yüksek değer ise yaz mevsiminde (Ağustos) ölçülmüştür. Derenin kaynağının su sıcaklığı değerleri mevsimlerde benzer olup, sonraki istasyonlarda su sıcaklığı değerleri ise kış ayında azalma, yaz ayında ise nispeten artma eğiliminde olmuştur.



Şekil 4. Değirmen deresinde ortalama su sıcaklığının mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (°C)

Çözünmüş Oksijen

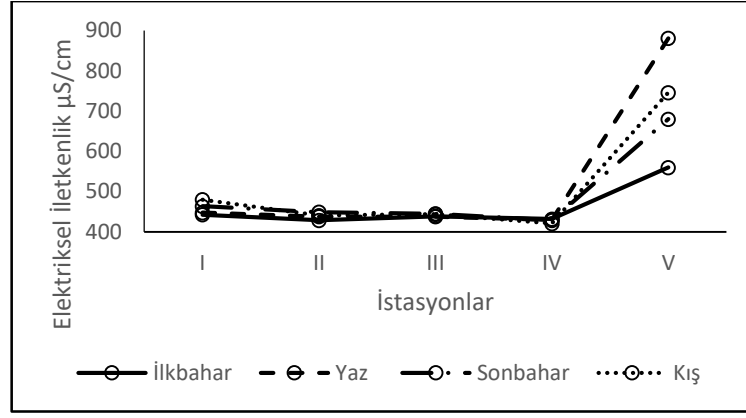
Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonlarında mevsimlere ve istasyonlara göre değişimler arasındaki farklılıklar 3. istasyon dışında ($p > 0,05$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 5). Araştırma süresince ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonları $7,61 \pm 0,01$ mg/l ile $10,84$ mg/l arasında ölçülmüştür. En düşük konsantrasyon değeri yaz ayında 1. istasyonda ve 5. istasyonda bulunmuştur. Bu mevsimde su sıcaklığının artması ve kaynak sularının oksijenden daha yoksun olması nedeniyle oksijen değeri düşüktür. En yüksek değer ise yine kış ayında 5. istasyonda ölçülmüştür.



Şekil 5. Değirmen deresinde ortalama çözünmüş oksijen değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (mg/l)

Elektriksel iletkenlik

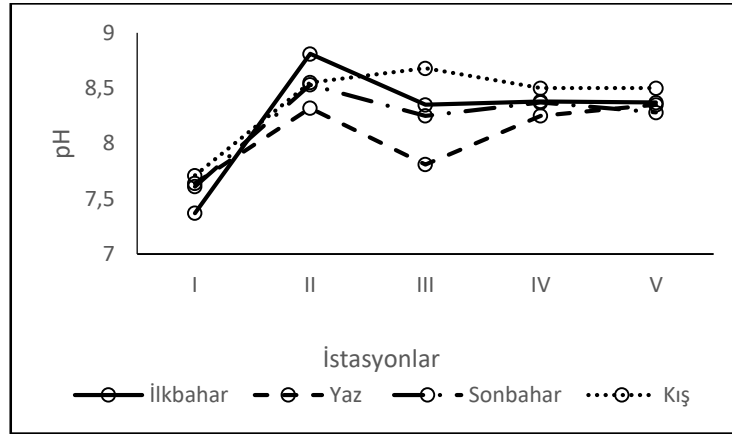
Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama elektriksel iletkenlik değerleri mevsimlere ve istasyonlara göre değişimler arasındaki farklılıklar 2., 3. ve 4. istasyonlar dışında ($p > 0,05$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Şekil 6). Araştırma süresince ortalama elektrik iletkenlik değerleri $421 \mu\text{S/cm} \pm 11,00$ ile $881 \mu\text{S/cm} \pm 61,39$ arasında değişmiştir. En yüksek değer 5. istasyonda yaz mevsiminde gerçekleşirken, 5. istasyon dışındaki istasyonların elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimler içerisinde çok fazla değişmediği gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Değirmen deresinde ortalama elektriksel iletkenlik değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi (µS/cm)

pH

Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama pH değerleri açısından ilkbaharda istasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Bunun dışında ortalama pH değerleri açısından mevsimlere ve istasyonlara göre oluşan farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Şekil 7). Araştırmada, ortalama pH değerleri 7,37±0,02 ile 8,81 arasında bulunmuştur. En düşük değerler araştırma süresince kaynağa yakın olan ilk istasyonda, en yüksek değer ise ilk alabalık işletmesinden sonraki istasyonda (2. istasyon) ölçülmüştür.



Şekil 7. Değirmen deresinde ortalama pH değerinin mevsimlere ve istasyonlara göre değişimi

TARTIŞMA

Üzerinde iki adet gökkuşağı alabalığı yetiştiricilik işletmesinin bulunduğu Değirmen deresinde bir yıl süreyle mevsimlik örneklerin alındığı araştırmada, derenin bentik makroorganizma kompozisyonu aile düzeyinde ortaya konmuştur.

Bentik makroorganizma kompozisyonu içinde takım ve aile düzeyinde en fazla üyeye Insecta sınıfında rastlanmıştır. Trichoptera takımına ait Sericostomatidae, Rhyacophilidae, Phryganeidae ve Hydropsychidae familyaları dere ve nehirlerin çözülmüş oksijeni yüksek, nispeten soğuk ve temiz sularında bulunurlar. Çalışmada bu takıma ait bireylerin 1. ve 2. istasyonlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Sonbaharda alınan örneklerde Trichoptera takımının Hydropsychidae familyasına ait türlerin sadece 1. istasyonda bulunduğu tespit edilmiştir. İlkbaharda ise sadece 2. istasyonda Trichoptera üyelerine rastlanılmıştır. Bununla birlikte, Ephemeroptera'dan tek aile sadece ilkbaharda yine 1. ve 3. istasyonlarda görülmüştür. Trichoptera'dan nispeten toleranslı olan Rhyacophilidae familyası dışında bulunan familyalar ve diğer Plecoptera ve Ephemeroptera gibi takımlara ait familyalar yaşadıkları ortamdaki değişikliklere karşı çok duyarlıdır ve temiz suların göstergesi olarak kabul edilirler (Hawkes, 1979). Ceyhan nehri üzerinde yapılan bir çalışmada, Trichoptera takımına ait tür çeşitliliğinin, kirlilik yükünün az olduğu istasyonlarda daha fazla olduğu bildirilmiştir (Keşir, 2016). Fındık (2013) Kastamonu Araç Çayı'nda yaptığı ön çalışmada kaynak noktasına çok yakın olan ve hızlı debiyeye sahip olan istasyonda en çok Trichoptera takımından Hydropsychidae familyası üyelerine rastlanmıştır. Aynı bölgede yapılan bu araştırmada da benzer sonuç elde edilmiş, kaynak noktası ve ilk alabalık tesisinin çıkış noktası olan istasyonlarda (1. ve 2. istasyon) Insecta'dan Diptera hariç diğer takımların bulunması özellikle de Trichoptera üyelerinin bol miktarda bulunması dikkat çekmiştir. Bu durum, ilk iki istasyonun su kalitesinin iyi olduğunu göstermektedir.

Diptera'dan Chironomidae türlerine neredeyse her mevsim ve her istasyonda rastlanılmıştır. Ancak bollukları genellikle 1. ve 2. istasyonda düşük, 3., 4. ve 5. istasyonlarda daha yüksek bulunmuştur. Chironomidae üyelerinin temiz ve kirlenmiş suları içeren farklı habitat tiplerinde bulunabildiği, Hazar Denizi havzasında bulunan bir dereye Chironomidlere bütün istasyonlarda rastlanıldığı bildirilmiştir (Ghasemi ve Kamali, 2014). Karasu deresi (Bozüyük) üzerinde kurulu olan beş alabalık işletmesinin makroorganizma topluluklarına etkilerini araştırıldığı bir başka çalışmada, organik kirliliğin göstergesi olan Tubificidae ve

Chironomidae üyelerinin bütün istasyonlarda yüksek bollukla bulunduğu belirtilmiştir (Kırkağaç vd., 2004). Bu çalışmada da özellikle son üç istasyonda Chironomidae üyelerinin bulunması ve artmış olması, dere üzerinde bulunan iki alabalık tesisi çıkışındaki atıkların su kalitesini etkileyebileceği ve özellikle çevredeki tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ve yerleşim yerlerinin atıklarının dereye karışmış olabileceği düşünülmektedir.

Araştırma süresince bentik makroomurgasızlar içinde en yüksek bolluk miktarına sahip olan organizma grubu Amphipoda'dan Gammaridae üyeleri olup, her istasyonda görülmelerine rağmen genel olarak 1. ve 2. istasyonlarda yüksek miktarda bulunurken, sadece ilkbaharda ve yaz mevsimlerinde 5. istasyonda bulunma oranı yüksek olmuştur. Gammaridae türleri organik kirlenmeye farklı tepki verirler, bazı türleri düşük oksijen konsantrasyonuna tolerans göstermezken bazıları ise kirliliğe maruz kalmış akarsuların hızlı akan bölgelerinde yaşayabilirler (Cummins, 1994). Kastamonu Araç çayında yapılan bir çalışmada Gammaridae üyeleri tespit edilmiş, bu familyanın hızlı yer değiştirdikleri, alabalıkların avlarını oluşturdukları aynı zamanda kirlenmemiş, temiz ve soğuk sulara bulunan indikatör canlılar oldukları belirtilmiştir (Fındık 2013). Bu çalışmada tüm istasyonlarda görülmelerine ve sayıca fazla olmalarına karşın, derenin alt kısmında kalan istasyonlarda bollukları, kış ve ilkbahar mevsimleri dışında, oldukça azalmıştır. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağışlardan kaynaklanan akış miktarının artmasına bağlı olarak 5. istasyonda çözülmüş oksijen konsantrasyonunun yüksek olması nedeniyle, Gammaridae üyelerinin bu istasyonlarda bulunduğu düşünülmektedir.

Yukarıda belirtilen bentik makroomurgasızların dağılımında kirliliğe toleransı düşük bireylerin genellikle; 50 ton/yıl kapasiteli alabalık işletmesinin çıkış suyunun karıştığı 2 istasyon dahil, derenin üst kısımlarındaki istasyonlarda bulunduğu gözlemlenmiş, tür çeşitliliğinin kaynak noktasında ve son istasyon olan 5. istasyonda düşük olduğu tespit edilmiştir. Yüksek kaliteli sulara özellikle de kaynak çıkışında tür çeşitliliğinin az olmasının nedeninin buradaki organik madde yükünün az olmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Uyanık vd., 2005). Bu çalışmada, 5. istasyonun tür çeşitliliği ve bolluğunun az olması ise Değirmen deresinin 4. istasyondan sonra birkaç köyün içinden geçmesi ile evsel atık oluşumu ve yoğun tarım uygulamaları nedeniyle organik kirlilik yükü olduğu, dolayısıyla sadece toleransı olan bireylerin bulunmasıyla açıklanabilir. Su kirliliğine toleransı düşük olan ve düşük bolluk miktarı ile rastlanılan bazı bentik makroomurgasız gruplarının son iki istasyonda görülebilmesi, yoğun yağış ve yüksek akış sebebiyle organizmaların sürüklenbilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma süresince, Shannon Weaver çeşitlilik indeksi (H) değeri, 0- 2,27 arasında değişmiştir. Ayrıca araştırma süresince istasyonlarda aile düzeyinde organizmaların dağılımı (E) homojen olmamıştır. Genel olarak, H değeri 3'ün üstü temiz, 1-3 arasında ise orta seviyede kirlenmiş, 1'in altında ise kirli sular olarak sınıflandırmaktadır (Maison 1983). Buna göre 1. ve 5. istasyonlar "kirli", diğer istasyonlar (2., 3. ve 4. istasyon) ise "orta seviyede kirlenmiş" sınıfına girmektedir. Ancak kaynak olan 1. istasyonda tür çeşitliliğinin az olmasına karşın temiz su indikatörü olan türler bulunmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi yüksek kaliteli sulara, organik materyalin sınırlı olması, tür çeşitliliğinin düşük olmasına yol açmaktadır (Uyanık vd., 2005). Bu çalışmada 5. istasyonun çeşitliliği ve bolluğunun az olması ise Değirmen deresinin 4. istasyondan sonra birkaç köyün içinden geçmesi ile evsel atık oluşumu ve yoğun tarım uygulamaları nedeniyle organik kirlilik yükü olduğu, dolayısıyla sadece toleransı olan bireylerin az sayıda bulunmasıyla açıklanabilir. İlk üç istasyonda çeşitliliğinin daha fazla olmasının; bu bölgede alabalık işletmeleri bulunmasına rağmen, evsel ve tarımsal atıkların bu istasyonlara karışmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Değirmen deresinde araştırma süresince ortalama sıcaklık değerleri $4,96 \pm 0,01$ ile $19,49 \pm 0,25$ °C arasında değişmiştir. Kaynak bölgesi olan 1. istasyonda, örnekleme süresi boyunca su sıcaklığı değerlerinde önemli değişiklikler yaşanmamış, meteorolojik koşullardan etkilenmemiştir. Kocataş (1999)'a göre akarsuların kaynağını oluşturan bölgelerde tüm yıl boyunca sabit bir sıcaklığa rastlanmaktadır. İstasyonlar arasında en düşük sıcaklık kış ayında 5. istasyonda ($4,96$ °C), en yüksek sıcaklığın da yaz ayında yine 5. istasyonda ($19,49$ °C) tespit edilmiştir. Bu durum derenin sığ olması nedeniyle kış ayında hava sıcaklığının düşmesi ile kaynak ya da karıştıkları nehirlere oranla daha soğuk, yaz aylarında ise daha sıcak olmaları gösterilebilir (Kocataş, 1999). Dipsiz ve Çine çaylarında (Muğla, Aydın) yapılan bir çalışmada, bu çalışmadaki verilerle benzer şekilde; en düşük su sıcaklığı kış ayında Büyük Menderes Nehri'ne karışmasından önceki son istasyonda, en yüksek sıcaklık IV. istasyonda tespit edilmiş, kaynak bölgesindeki sıcaklığın çok fazla değişmediği bildirilmiştir (İmamoğlu, 2000). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim, 2015) göre, araştırma süresince Değirmen deresinde su sıcaklığı 25 °C'nin altında olduğundan; dere alabalık yetiştirilebilir ve içme suyu olarak kullanıma potansiyeli olan "Yüksek Kaliteli Su" sınıfındadır.

Akarsu kaynaklarında çözülmüş oksijen konsantrasyonunun düşük olduğu, akarsuların üst kesimlerindeki şelaleler nedeniyle çözülmüş oksijen konsantrasyonunun arttığı, ancak alt kesimlerde kirlenme nedeniyle azaldığı bilinmekle birlikte (Allan, 1995), Değirmen deresinde ortalama çözülmüş oksijen değerleri $7,62 \pm 0,01$ mg/l ile $10,84 \pm 0,00$ mg/l arasında değişmiştir. Araştırma süresince, kaynak bölgesi olan 1. istasyonda oksijen değerlerinin pek değişmediği görülmektedir. Su sıcaklığının mevsimsel değişimlerden etkilenmemesi ve kirleticilerin olmaması; çözülmüş oksijen değerlerinin bu istasyonda yıl boyunca değişiminin düşük olmasını açıklamaktadır. İstasyonlarda sıcaklık değerlerinin artması ile çözülmüş oksijen konsantrasyonları azalma eğilimi göstermiştir. Kastamonu Karaçomak deresinde yapılan çalışmada bazı istasyonlarda kış mevsiminde çözülmüş oksijen konsantrasyonunun $12,44$ mg/l'ye kadar yükseldiği, yaz mevsiminde ise en çok $5,15$ mg/l'ye kadar düştüğü bildirilmiştir (İspir, 2018) olup, bu çalışmada saptanan çözülmüş oksijen konsantrasyonlarının yüksek olması bakımından belirtilen araştırma ile benzerlik göstermektedir. Araştırma süresince, ilkbahar ve yaz aylarında 1. istasyonda çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8 mg/l'ye çok yakın olmuş, diğer mevsim ve istasyonlarda ise 8 mg/l'nin üzerinde ölçülmüştür. Dolayısıyla çözülmüş oksijen konsantrasyonu değerleri bakımından Değirmen deresi içsu balıkçılığına uygun olup, Yerüstü Su Yönetmeliği'ne (Anonim, 2015) göre "Yüksek Kaliteli Su" niteliğindedir.

Değirmen deresinde ortalama pH değerleri $7,37\pm 0,02$ – $8,68\pm 0,32$ arasında bulunmuştur. Araştırma süresince kaynak bölgesi olan 1. istasyon'da en düşük pH değerleri, en yüksek değerler ise 2. istasyona ölçülmüştür. Temiz sularda pH değerlerinin 6,5-8,5 arasında olduğu ve gece bitkisel organizmaların oluşturduğu karbondioksit ve gündüz bu karbondioksitin sucul bitkiler tarafından kullanılmasıyla pH değerlerinde gün içerisinde iniş-çıkış olabilmektedir (Hem, 1985). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne (Anonim, 2015) göre, pH değerleri açısından tüm istasyonlar “Yüksek Kaliteli Su” sınıfındadır.

Değirmen deresinde ortalama elektriksel iletkenlik değerleri $421\pm 11,00$ $\mu\text{S/cm}$ ile $881\pm 61,39$ $\mu\text{S/cm}$ arasında değişmiştir. Araştırma süresince en yüksek değerler 5. istasyonda ölçülürken, diğer istasyonlarda elektriksel iletkenlik değerlerinin mevsimler içerisinde çok fazla değişmediği gözlemlenmiştir. Akarsularda elektriksel iletkenlik değeri normal koşullarda belirli aralıktadır. Bu aralıktan sapmalar çeşitli kirleticilerinin suya karıştığına ilişkin uyarı verir. Bu çalışmada da 5.istasyon için bu sapma görülmektedir. Akarsularda iç su balıkçılığı için elektriksel iletkenlik 150-500 $\mu\text{S/cm}$ olması gerekmektedir (Anonymous, 2017). Bu çalışmada 5. istasyon dışında tüm istasyonlar elektriksel iletkenlik bakımından Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre “Az Kirlenmiş Su” sınıfındadır (Anonim, 2015).

Bu çalışma ile Değirmen deresinde bentik makroomurgasız kompozisyonu familya düzeyinde ilk kez ortaya konmuş ve elde edilen veriler bilimsel bir veri tabanı oluşturmuştur. Dere'nin üzerinde bulunan farklı kapasitelerdeki alabalık çiftliği çıkış sularının karıştığı bölgelerden alınan örnekler ve kaynak bölgesi olan 1. istasyon da dikkate alındığında elde edilen veriler, bentik makroomurgasız kompozisyonunun genel olarak temiz su kalitesinin göstergesi olan organizmalardan oluştuğunu ortaya koymaktadır. Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin ve yerleşim yerlerinin olduğu bölgelerde bulunan son iki istasyonda ise nispeten toleranslı türlere rastlanmıştır. Değirmen deresinin suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri de Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği açısından değerlendirilmiş ve elektriksel iletkenlik dışında “Yüksek Kaliteli Su” sınıfında olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, ülkemiz için değerli bir kaynak olan Değirmen deresinden elde edilen veriler ışığında, su kalitesinin yüksek olması nedeniyle alabalık yetiştiriciliğinin yapılıyor olması, ülkemiz için ekonomiye ve insan beslenmesine katkıları açısından önemlidir. Sonuç itibarıyla, Değirmen deresinden elde edilen bentik makroomurgasız ve su kalitesine ilişkin sonuçlar bilimsel bir veri tabanı oluşturmakla birlikte, derenin su kalitesi indikatörü olan bentik makroomurgasızlarının uzun dönemli incelenmesi önerilmektedir.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Yazar katkıları

HY ve MK, çalışmayı tasarladı. HY, arazi ve laboratuvar çalışmalarını yürüttü. MK istatistiksel analizleri gerçekleştirdi. MK makalenin ilk taslağını hazırladı. Tüm yazarlar son makaleyi okudu ve onayladı.

Çıkar çatışması

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

İnsan Hakları Beyanı

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Allan, J.D. (1995). Stream Ecology Structure and Function of Running Waters. Kluwer Academic Publishers, USA, 388p.
- Anonim. (2015). Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayısı: 29327.
- Anonymous. (2017). Water Conductivity in Stream Environments. [http:// www. dartmouth. edu/bio31/conductivity.htm](http://www.dartmouth.edu/bio31/conductivity.htm), 02.05.2019.
- Bulut, C. & Akçimen, U. (2015). Burdur Karamusa Deresi'nde Gökkuşluğu Alabalığı İşletmesinin Dere Üzerine Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Etkisi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 45-58.
- Cornel, G.E. & Whoriskey, F.G. (1993). The effects of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cage culture on the water quality, zooplankton, benthos and sediments of Lac du Passage Quebec. *Aquaculture*, 109:101-117.
- Cummins, K.W. (1994). Invertebrates. In: The Rivers Handbook. Calow, P and Petts, G.G.(eds.), Blackwell Sci.Publ., Vol.2, Oxford, 523p.
- Edmondson, W.T. (1959). Freshwater Biology, 2nd Ed., New York, Wiley Publ., 1100p.
- Edmondson, W.T. & Winberg, G.G. (1971). A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 358p.
- Fındık, Ö. (2013). Araç Çayı Makroomurgasızları Üzerine Bir Ön Çalışma. *Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 2(1): 41-45.

- Gasami, A.F. & Kamali, M. (2014). Benthic Macroinvertebrates along the Haraz Downstream in Southern Caspian Sea Basin: In Gradient of the Physicochemical Parameters. *International Journal of Zoology*, ID 45430.
- Hawkes, H.A. (1979). Invertebrates as Indicators of River Water Quality. In: Biological Indicators of Water Quality. James, A. and Evison, L. (eds), Wiley-Intersci.Publ., Great Britain, 27p.
- Hem, J.D. (1985). Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. 3rd Edition, US Geological Survey Water-Supply Paper 2254, University of Virginia, Charlottesville, 263 p.
- İmamoğlu, Ö. (2000). Dipsiz ve Çine (Muğla-Aydın) Çayı'nın Su Kalitesinin Fizikokimyasal ve Biyolojik Yönden (Bentik Makroinvertebrat) Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.
- İspir, S. (2018). Karaçomak Deresinin Fizikokimyasal Parametrelerinin Mevsimsel Olarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sürdürülebilir Tarım Ve Tabii Bitki Kaynakları Anabilim Dalı, Kastamonu.
- Keşir, Ü. E. (2016). Ceyhan Nehri Trichoptera Faunası. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Nevşehir.
- Kırkağaç, M. U. & Köksal, G. (2004). Akarsularda Bentik Makromurgasızların Su Kirliliğine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi: Biyotik ve Çeşitlilik İndekslerinin Kullanımı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2 (3): 345-353.
- Kırkağaç, M. U., Pulatsu, S., & Köksal, G. (2004). A Effects of Land-Based Trout Farms on the Benthic Macroinvertebrate Community in Turkish Brook. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 56(1),:59-67.
- Kırkağaç, M. U., Pulatsu, S. & Topçu, A. (2009). Trout Farm Effluent Effects on Water- Sediment Quality and Benthos. *Clean*,37: (4-5).
- Kocataş, A. (1999). Ekoloji, Çevre Biyolojisi. Ege Üniv. Su Ürünleri Fak.Yay. No.51, Ders Kitabı Dizini No: 20, Ege Üniv. Basımevi, İzmir,564 s.
- Macan, T.T. (1975). A Guide to Freshwater Invertebrate Animals. Longman, London, 116p.
- Pulatsu, S., Rad, F., Köksal, G., Aydın F., Benli A.Ç.K. & Topçu, A. (2004). The Impact of Rainbow Trout Farm Effluents on Water Quality of Karasu Stream, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 4: 09-15.
- Reynoldson, T.B. & Zarull, M.A. (1989). The Biological Assessment of Contaminated Sediments-The Detroit River Example. *Hydrobiologica*, 188/189:463-476.
- Richards,S., Thome,J. & Williams,W.P. (1997). The Response of Benthic Macroinvertebrates to Pollution in Developing Countries: A Multimetric System of Bioassessment, *Freshwater Biol.*,37: 671-686.
- Smith, D.G., (2001). Pennak's Freshwater Invertebrates of The United States. Porifera to Crustacea, 4th Edition. John Wiley and Sons Inc., United States, 1500 p.
- Sukatar, A., Yorulmaz, B., Ayaz, D. & Barlas, M. (2006). Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fizikokimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10-3: 328-333.
- Uyanık,S., Yılmaz,G., Yeşilnacar, M.İ., Aslan, M. & Demir, Ö. (2005). Rapid Assessment of River Water Quality in Turkey Using Benthic Macroinvertebrates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 14(4): 268 – 272.
- Yıldız, H. Y. & Kırkağaç, M.U. (2001). Ankara Çubuk Çayı'nın Bentik Makroomurgasız Yapısı. *A.Ü. Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3):9-12.
- Zeybek, M. (2007). Çukurca Dere ve Isparta Deresi'nin Su Kalitesinin Makrozoobentik Organizmalara Göre Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta, 111.
- Zischke, J.A., Ericksen, G., Waller, D. & Bellig, R. (1992). Analysis of *Benthic Macroinvertebrate Communities in the Minnesota River Watershed*, St. Paul, 80s.



Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Balık Yetiştiriciliğinde Kullanım Potansiyelleri

Saadet Yağmur ÇELİK

Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Balık Hastalıkları Anabilim Dalı, Antalya/Türkiye

E-mail: ybulguroglu@akdeniz.edu.tr

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:

18/08/2020

Kabul Tarihi:

03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Tıbbi bitkiler

Aromatik bitkiler

Balık yetiştiriciliği

Öz

Su ürünleri üretimi tüm dünyada ve ülkemizde gittikçe büyüyen bir sektör haline gelmiştir. Kişi başına düşen su ürünleri tüketim miktarındaki artışa bağlı olarak üretim miktarında da artış söz konusudur. Bu artışın devamlılığı için yetiştiricilik sistemlerinde balıkların büyüme ve üremesini geliştirmek, hastalıklardan korumak veya sağaltımını sağlamak adına çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Yapılan uygulamalar arasında yemlere çeşitli katkı maddelerinin eklenmesi, bağışıklık güçlendirici olarak immünostimulan uygulamaları, çeşitli işlemler için anestezi uygulamaları veya tedavi amacıyla antibiyotik, antiparaziter ve antifungal ajanların kullanımı yer almaktadır. Bu ajanların çevreye, balığa veya insana verebileceği olumsuz etkiler nedeniyle sentetik ürünlerden vazgeçilerek, bitkisel kaynaklı ürünlerin kullanımına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkiler tüm dünyada eczacılık, kozmetik, ziraat veya gıda sektörlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitkisel ürünlerin tercih edilme nedenleri arasında ucuz olmaları, kolay temin edilebilmeleri, düşük dozlarda etki göstermeleri, biyolojik olarak parçalanabilmeleri, patojenlere karşı etkili ve çevre dostu olmaları yer almaktadır. Bu derlemede su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılmış çalışmalar ele alınmıştır.

Potential Use of Medicinal and Aromatic Plants in Fish Farming

Article Info

Received:

18/08/2020

Accepted:

03/12/2020

Keywords:

Medicinal plants

Aromatic plants

Aquaculture

Abstract

Aquaculture production has become a growing sector all over the world and in our country. There is an increase in the amount of production depending on the increase in the consumption of fishery products per capita. For the continuity of this increase, various practices are carried out in aquaculture systems to improve the growth and reproduction of fish, to protect them from diseases or to provide their treatment. This applications include the addition of various additives to feeds, use of immunostimulants, anesthesia for various procedures or the use of antibiotics, antiparasitic and antifungal agents for treatment. Due to the negative effects of these agents on the environment, fish or people, synthetic products have been abandoned and plant-based products have started to be used. Medicinal and aromatic plants are widely used in the pharmaceutical, cosmetic, agricultural or food industries all over the world. The reasons why herbal products are preferred are that they are cheap, easily available, effective in low doses, biodegradable, effective against pathogens and environmentally friendly. In this review, studies on medicinal and aromatic plants used in aquaculture are discussed.

Atıf bilgisi/Cite as: Çelik. Y. S., (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin balık yetiştiriciliğinde kullanım potansiyelleri. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 86-94.

GİRİŞ

Su ürünleri üretimi, diğer gıda üretim sektörlerine göre dünyada ve ülkemizde daha fazla artış gösteren bir endüstri haline gelmiştir (Çantaş ve Yıldırım, 2019). Hayvansal Protein kaynakları içerisinde, su ürünlerinden elde edilen ürünlerin kg protein başına ödenen bedel bakımından daha ekonomik olmaları, su ürünleri tüketimini avantajlı hale getirmektedir. Bununla birlikte, balığın besin değerinin anlaşılmasıyla ülkemizde kişi başına ortalama balık tüketiminde kayda değer bir artış görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu Su Ürünleri İstatistik verilerine göre, kişi başına su ürünleri tüketim miktarı 2018 yılında 6,14 kilogram iken, 2019 yılında % 2 oranında artarak 6,26 kilograma yükselmiştir. Toplam su ürünleri üretimi ise geçen yıl bir önceki yıla göre % 33,1 artış göstererek 836,524 ton olarak kaydedilmiştir (TÜİK 2019). Toplam üretimin % 44,6'sını yetiştiricilik ürünleri oluşturmakta ve bir önceki yıla göre bu üretimin % 18,7 artış gösterdiği bildirilmektedir.

Ülkemizde yetiştiricilikten elde edilen su ürünleri üretim miktarları yıllara göre sürekli bir artış göstermektedir (TÜİK 2019). Bu artışın sürdürülebilmesi için yetiştiricilik ortamlarında su kalitesinin sağlanması, iyi yem ile besleme veya hastalıklarla mücadele gibi çeşitli faktörlerin başarılı bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Baba, 2017). Bu faktörler gibi üretimi yapılan türün ihtiyaçları, üretim şekli ve çevre koşullarını geliştiren ve korumaya dayalı olan uygulamaların tümü 'iyi su ürünleri yetiştiriciliği uygulamaları' (Good Aquaculture Practices-GAQP) olarak anılmakta ve son yıllarda bu temanın üzerine oldukça fazla çalışma yapılmaktadır (Serfling, 2015). İyi su ürünleri yetiştiriciliği uygulamaları verimli üretimi teşvik etmek, geliştirmek, nihai ürün kalitesini artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla geliştirilmiş olan bir dizi protokoldür (Schwarz vd., 2019).

Yetiştiricilik sistemlerinde verimliliği artırmak adına yemlere çeşitli katkı maddelerinin eklenmesi, bağışıklık güçlendirici olarak immünoestimulan uygulamaları, çeşitli işlemler için anestezi uygulamaları veya tedavi amacıyla antibiyotik, antiparaziter ve antifungal ajanların kullanımı mevcuttur. Bunlardan özellikle antibiyotik kullanımı bilinçsiz ve sık bir şekilde uygulandığında patojenler üzerinde direnç gelişimi, balık etinde rezidü oluşumu veya doğal ekosisteme zarar verme gibi olumsuz sonuçlar oluşturabilmektedir. Örneğin; Norveç' te somon balığı üretimi yapan bir işletmede yapılan araştırmaya göre oksitetrasiklin kullanımından 13 gün sonra 400 mil mesafede bulunan balıklar ve 80 metre uzaklıktan avlanan midyelerde önemli miktarda antibiyotik birikimi tespit edilmiştir (Çelikkale vd., 1999). Bunun yanı sıra antibiyotik kullanımı sonrasında balık etinde oluşabilen rezidü, balığı tüketen insanlarda alerjik reaksiyonlar, zehirlenmeler, sindirim sistemi rahatsızlıkları ve kanserojenik etkiler meydana getirebilmektedir (Olatoye ve Afisu 2013). Dolayısıyla bu ajanların çevreye, balığa veya insana verebileceği olumsuz etkiler nedeniyle artık daha çok bitkisel içerikli ürünlerin kullanımına ağırlık verilmiştir. Bu nedenle son yıllarda su ürünleri yetiştiricilik sektöründe farklı tıbbi ve aromatik bitkilerin, balıkların büyüme ve üreme performansını artırmak için (Balcı ve Aktop, 2019), bağışıklık sistemini güçlendirmede immünoestimulan olarak, hastalıkların tedavisinde (Diler vd., 2018) ve anestezi madde olarak (Metin vd., 2018) kullanımlarının önünü açmak amacıyla yapılan bilimsel çalışmaların sayısında artış görülmektedir.

Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Tıbbi ve aromatik bitkiler terim olarak birlikte kullanılmasına rağmen anlam olarak birbirinden farklıdır. İnsanlar ve hayvanlarda oluşan hastalıkların sağaltımı için kullanılan bitkiler tıbbi bitki; kokulu bitkiler ise aromatik bitki olarak adlandırılmaktadır (Göktaş ve Gıdık, 2019). Günümüzde, tüm dünyada eczacılık, kozmetik, ziraat veya gıda sektörlerinde kullanılan sentetik içerikli ürünlerin yerini, daha kaliteli ve doğal üretim adına tıbbi ve aromatik bitkiler almaya başlamıştır. Bu bitkilerin tıbbi amaçlı olarak kullanılanları genellikle doğadan toplanmasına rağmen, büyük bir kısmının hem dünyada hem de ülkemizde üretimi yapılmaktadır (Acıbuca ve Bostan Budak, 2018). Türkiye' de tıbbi ve aromatik bitki olarak 174 aile, 1251 cins ve yaklaşık 12 000'den fazla tür ve alt tür bulunmakta olup, ülkemiz birçok türün gen merkezi konumundadır (Kendir ve Güvenç, 2010).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin en yaygın kullanım şekli tedavi gerçekleştirmek üzerinedir. Bitkiler ile tedavi yöntemi, geleneksel tedavi adı altında dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaktadır. Geleneksel tedavi hakkında ilk kayıtların Mezopotamya uygarlığında M.Ö. 5000'lerde olduğu kaydedilmiş ve 250 bitkisel ürünün kullanıldığı tespit edilmiştir. Günümüzde bu bitkilerin kullanım oranları, ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklılık göstermekte olup, en fazla Asya, Afrika ve Orta Doğu Ülkelerinde kullanılmaktadır (Acıbuca ve Bostan Budak, 2018).

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanımı

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe, kaliteli ürün eldesi ve düşük maliyet için uygulanan tekniklerde kullanılan sentetik içerikli ürünlerin yerini tıbbi ve aromatik bitkiler almaya başlamıştır. Bitkisel ürünlerin tercih edilme nedenleri arasında ucuz olmaları, kolay temin edilebilmeleri, daha düşük dozlarda etki göstermeleri, biyolojik olarak parçalanabilmeleri, patojenlere karşı etkili ve çevre dostu olmaları yer almaktadır (Cihangir ve Diler, 2016). Bu bitkilerin kullanımında, bitkiye ait kök, gövde, yaprak veya tohum gibi çeşitli kısımlar ya da bu kısımlardan elde edilen maddelerden yararlanılmaktadır. Uygulama için şifalı bitkilerin terpenoidleri, flavonoidleri, steroidleri, alkaloidleri, pigmentleri, fenolik içerikleri ve uçucu yağları tercih edilmektedir (Yiğitarıslan vd., 2011). Yapılan çalışmalarda yetiştiricilik sistemlerinde, tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı genellikle yeme ilave etme şeklinde olabileceği (Diler vd., 2018), bunun yanında enjeksiyon yoluyla (Uluköy vd., 2018) veya banyo uygulaması şeklinde de kullanılabileceği bildirilmiştir (Fu vd., 2007).

Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Kullanılan Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Biyolojik Aktiviteleri

Bitkilerin ihtiva ettikleri kimyasal moleküller genel olarak primer ve sekonder metabolitler olarak ikiye ayrılmaktadır. Primer metabolitler canlıların büyüme, gelişme ve üreme gibi temel yaşamsal faaliyetlerinde rol alırken sekonder metabolitler bu faaliyetler ile doğrudan ilişkili olmayıp, biyosentetik yollarla primer metabolitler tarafından üretilir (Ülger ve Ayhan, 2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin sekonder metabolitleri yüksek antioksidan içeriği ve antimikrobiyal etki gibi biyolojik aktiviteleri nedeniyle ilaç, gıda, ziraat ve kozmetik sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitkilerin sekonder metabolitleri terpenoidler, fenolikler ve alkaloidler olmak üzere üç grup altında toplanmakta ve etanol, metanol, etil asetat, aseton gibi çözücü maddeler kullanılarak bitkinin ekstraksiyonu sonucu elde edilmektedir (Do vd., 2014, Karataş vd., 2019). Sekonder metabolitler içerisinde en fazla bilimsel çalışma yapılan ve kullanıma en uygun olan bileşikler fenolik bileşiklerdir. Çünkü tıbbi ve aromatik bitkilerin sahip oldukları antioksidan, antimikrobiyal, antikanserijenik ve antimutajenik gibi biyolojik aktivite özellikleri, intiva ettikleri fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Kolaç vd., 2017; Pekdemir vd., 2020).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde, tıbbi ve aromatik bitkilerin biyolojik aktiviteleri incelenmek üzere yapılan bilimsel çalışmalarda en fazla fesleğen (*Ocimum basilicum*), nane (*Mentha piperita*), adaçayı (*Salvia officinalis*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis*) gibi bitkilerin dahil olduğu Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyası üyeleri kullanılmıştır. Bu çalışmalarda şifalı bitkilerin başta antimikrobiyal ve immünostimulan aktiviteleri çalışılmış olup, bu bitkiler ile muamele edilmiş yemlerin kullanımı sonucunda balıkların yem değerlendirme oranı ve büyüme performansı üzerindeki etkileri de incelenmiştir (Tablo 1).

Logambal vd (2000) Mozambik tilapyası (*Oreochromis mossambicus*)'na enjeksiyon yoluyla fesleğen (*Ocimum sanctum*) uygulaması yapmış, antikor yanıtı ve nötrofil miktarında artış tespit etmiştir. Daha sonra farklı araştırmacılar tarafından Nil tilapyası (*O. niloticus*)'nda yeşil çay (*Camellia sinensis*) ve *Aloe vera*; benekli yılanbaş (*Channa punctatus*)'da bengal kauçuğu (*Ficus benghalensis*); Gökkuşluğu alabalığı (*O. mykiss*)'nda acı bakla (*Lupinus perennis*), mango (*Mangifera indica*), ısırgan otu (*Urtica dioica*), çörek otu (*Nigella sativa*), kekik (*Thymus vulgaris*), rezene (*Foeniculum vulgare*), yaban mersini (*Vaccinium myrtillus*), meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*), ekinezya (*Echinacea angustifolia*) ve adaçayının (*Salvia officinalis*), pelin otu (*Artemisia vulgaris*); Levrek (*Dicentrarchus labrax*)' de propolis, sazan (*Cyprinus carpio*)' da melekotu (*Rehmannia glutinosa*), spirulina (*Spirulina platensis*) bitkileri farklı konsantrasyon ve çeşitli yollarla verilmiş ve balıklarda meydana gelen bağışıklık yanıtı incelenmiştir (Jian ve Wu 2003; Sahu vd 2007; Abdel-Tawwab vd 2010; Awad ve Austin 2010; Awad vd 2013; Güleç vd 2013; Segvic-Bubic vd 2013; Gabriel vd 2015; Hashimoto vd 2016; Terzioğlu ve Diler 2016; Diler vd 2018).

Tıbbi ve aromatik bitkiler gibi bitkisel ürünlerin antimikrobiyal etkilerinin yanı sıra, balıkların gelişimini kolaylaştırdığı ve yoğun üretim yapılan ortamlarda ortaya çıkabilecek stresin önlenmesine etkisi olduğu bildirilmektedir (Harikrishnanvd., 2011). Bu amaçla gerçekleştirilen bazı çalışmaların derlemesi, kullanılan balık ve şifalı bitki türü, bitkinin kullanılan kısmı, uygulama amacı, uygulama şekli, elde edilen sonuçları ve denemeyi yapan araştırmacılar Tablo 1. de sunulmuştur.

Tablo 1. Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin balıklar üzerinde kullanım amacı, şekli ve sonuçları.

Balık Türü	Kullanılan Bitki	Bitkinin kullanılan kısmı	Uygulama amacı	Uygulama Şekli	Sonuç	Araştırmacı
<i>Labeo rohita</i> (Rohu balığı)	Sarımsak (<i>Allium sativum</i>)	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi	İntraperitonel enjeksiyon (i.p.)	BA ↑,LYZ ↑	Sahu vd., 2007
Nil tilapyası (<i>Oreochromis Niloticus</i>)	Yeşil çay (<i>Camellia sinensis</i>)	Yaprakları toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>A. hydrophila</i> ya karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ ↑, BA ↑, WBC ↑, SBO ↑, Direnç gelişimi ↑	Abdel-Tawwab vd., 2010
Nil tilapyası (<i>O. niloticus</i>)	<i>Aloe vera</i>	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>Streptococcus iniae</i> ' ye karşı direnç gelişimi	Oral	TP↑, WBC↑, Nöt↑, MON↑, YDO↑, Direnç gelişimi ↑	Gabriel vd., 2015
Gökkuşluğu alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acı bakla (<i>Lupinus perennis</i>) Magnifera (<i>Mangifera indica</i>) Isırgan otu (<i>Urtica dioica</i>)	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>A. hydrophila</i> ya karşı direnç gelişimi	Oral	BA↑, RB↑, LYZ↑ Direnç gelişimi ↑	Awad ve Austin, 2010
Gökkuşluğu alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Çörek otu (<i>Nigella sativa</i>) Isırgan otu (<i>Urtica dioica</i>)	Çörekotunun tohum yağı, ısırgan otunun ekstraktı	İmmünostimulan etkisi ve <i>A. hydrophila</i> ya karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, MPO↑, TP↑, BA↑, IgM↑, Direnç gelişimi ↑	Awad vd., 2013
Gökkuşluğu alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Tıbbi kekik (<i>Thymus vulgaris</i>) (Rezene) <i>Foeniculum vulgare</i>	Bitkisel yağları	İmmünostimulan etkisi ve <i>Yersinia ruckeri</i> ' ye karşı direnç gelişimi	Oral	BA ↑, TP ↑ ALB ↑, GLU ↓, Direnç gelişimi ↑	Küçükgül-Güleç vd., 2013
Gökkuşluğu alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Yaban mersini (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, WBC↑, NBT↑ Direnç gelişimi↑	Terzioğlu ve Diler, 2016

Tablo 1. Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin balıklar üzerinde kullanım amacı, şekli ve sonuçları. (Devam)

Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Meyan kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, WBC↑, NBT↑ Direnç gelişimi↔	Terzioğlu ve Diler, 2016
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Ekinezya (<i>Echinacea angustifolia</i>)	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, WBC↑, NBT↑ Direnç gelişimi↑	Terzioğlu ve Diler, 2016
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Adaçayının (<i>Salvia officinalis</i>)	Tamamı toz halinde	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, WBC↑, NBT↑ Direnç gelişimi ↔	Terzioğlu ve Diler, 2016
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Pelin otu (<i>Artemisia vulgaris</i>)	Tozu ve etanol ekstraktı	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	WBC↑, RBC↑, HTC↑, NBT↑, LYZ↑, FA↑, Direnç gelişimi↑	Diler vd., 2018
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Limon otu (<i>Melissa officinalis</i>)	Sulu metanolik özütü	Büyüme performansı, kan parametreleri, sindirim ve antioksidan enzim aktiviteleri ile spesifik olmayan bağışıklık sistemi üzerine etkisi	Oral	WBC↑, RBC↔, Pepsin ↑, SOD ↑, CAT ↔, GR ↑, LYZ ↑,	Bilen vd., 2020
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Sakal likeni (<i>Usnea barbata</i>)	Sulu metanolik ekstraktı	<i>Lactococcus garvieae</i> ' ye karşı terapötik etkisi	Banyo	LYZ ↓, Sitokin gen ekspresyonu ↑, <i>L. garvieae</i> ' ye karşı terapötik etkisi ↑	Bilen vd., 2019
Çipura, (<i>Sparus aurata</i>)	Ebegümeci (<i>Malva sylvestris</i>)	Sulu metanolik ekstraktları	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	FA↑, LYZ↑, MPO↑, FA ↑, direnç gelişimi	Bilen vd., 2019
Çipura, (<i>Sparus aurata</i>)	Tetra (<i>Cotinus coggygria</i>)	Sulu metanolik ekstraktları	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, MPO↑, FA ↑, direnç gelişimi ↑	Bilen vd., 2019
Avrupa levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Tetra (<i>Cotinus coggygria</i>)	Sulu metanolik ekstraktları	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	FA↑, LYZ↑, MPO↑, FA ↑, direnç gelişimi ↑	Bilen vd., 2019
Avrupa levreği (<i>D. labrax</i>)	Ebegümeci (<i>Malva sylvestris</i>)	Sulu metanolik ekstraktları	İmmünostimulan etkisi ve <i>Vibrio anguillarum</i> ' a karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, MPO↑, direnç gelişimi ↑	Bilen vd., 2019
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Sarımsak (<i>Allium sativum</i>)	Bitkinin kabuk ve sapının sulu metanolik ekstraktları	Yumurtalar üzerindeki <i>Saprolegnia parasitica</i> ' yı önlemek	Banyo	Mantar sayısı ↓	Özçelik vd., 2020
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Soğan (<i>Allium cepa</i>)	Bitki kabuğunun sulu metanolik ekstraktları	Yumurtalar üzerindeki <i>Saprolegnia parasitica</i> ' yı önlemek	Banyo	Yumurtalarının ölüm oranını düşürme ↔	Özçelik vd., 2020

Tablo 1. Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin balıklar üzerinde kullanım amacı, şekli ve sonuçları.(Devam)

Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	Çin yüksükotu (<i>Rehmannia glutinosa</i>)	Kurutulmuş kök tozu	İmmünostimulan etkisi, büyüme performansı ve <i>A. hydrophila</i> ya karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, FA↑, SBO↑, Direnç gelişimi↑	Wang vd., 2015
Mozambik tilapyası (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	Limon (<i>Citrus limon</i>)	Kabuğundan elde edilen uçucu yağı	İmmünostimulan etkisi ve <i>Edwardsiella tarda</i> ' ya karşı direnç gelişimi	Oral	LYZ↑, WBC↑, MPO↑, TP↑, SBO↑ Direnç gelişimi ↑	Baba vd., 2016
Mozambik tilapyası (<i>O. mossambicus</i>)	Fesleğen (<i>Ocimum basilicum</i>)	Yaprak ekstraktı	İmmünostimulan etkisi ve <i>A. hydrophila</i> ya karşı direnç gelişimi	İ.P.	Nöt↑, Antikor yanıt↑, Direnç gelişimi↑	Logambal vd., 2000
Japon balığı (<i>Carassius auratus auratus</i>)	Kadife fasulye (<i>Mucuna pruriens</i>) Papaya (<i>Carica papaya</i>)	Kadife fasulye yapraklarının ham metanolik ekstraktı, Papaya tohumlarının petrol-eter ekstresi	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i> ' e karşı etki	İmmersiyon	Parazit sayısında azalma	Knopf ve Ekanem, 2004
<i>O. niloticus</i>	Brezilya biberiyesi (<i>Lippia sidoides</i>) Tıbbi nane (<i>Mentha piperita</i>)	Uçucu yağları	İmmünostimulan etkisi ve Monoogean parazitlere karşı direnç gelişimi	İmmersiyon	Hct↔, Nöt↑, MON↑, Monogean parazit sayısında ↓	Hashimoto ve ark., 2016
Ahli ciklet (<i>Sciaenochromis fryeri</i>) Sarı prenses (<i>Labidochromis caeruleus</i>)	Sardunya (<i>Pelargonium graveolens</i>)	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	50µl/L sedatif, 75µl/L anestezik	Can vd., 2018
Ahli ciklet (<i>S. fryeri</i>) Sarı prenses (<i>L. caeruleus</i>)	Papatya (<i>Matricaria chamomilla</i>)	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	0,3 ml/L sedatif, 0,6 ml/L anestezik	Can vd., 2017
Japon balığı (<i>Carassius auratus</i>)	<i>Aniba rosaeodora</i>	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	250 µl/L, Etkili	Kızak vd., 2018
Anemon balığı (<i>Amphiprion ocellaris</i>)	Kafur ağacı (<i>Cinnamomum camphora</i>)	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	500-600 µl/L Etkili	Pedrazzani ve Neto, 2016
Avrupa levreği (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Okaliptüs (<i>Eucalyptus</i> sp.)	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	200-300 µl/L Etkili	Bodur vd., 2018
Gökkuşluğu alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Bahçe nanesi (<i>Mentha piperita</i>)	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	200 mg/L Etkili	Metin vd., 2015
Gümüş yayın balığı (<i>Rhamdia quelen</i>)	<i>Hesperozygis ringens</i>	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	111 µl/L, etkili	Silva vd., 2013
<i>Brycon cephalus</i>	Karanfil fesleğen (<i>Ocimum gratissimum</i>)	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	20-80 µl/L, etkili	Ribeiro vd., 2016
Deniz atı (<i>Hippocampus reidi</i>)	<i>Lippia alba</i>	Uçucu yağı	Anestezik madde	İmmersiyon	10-20 µl/ L hafif sedasyon 150 µl/ L derin anestezisi	Cunha vd., 2011
Japon balığı (<i>Carassius auratus</i>)	Çakşır otu (<i>Ferula elaeochytris</i>)	Kökü toz halinde	Büyüme performansı ve gonad gelişimi	Oral	Etki tespit edilememiştir	Balcı ve Aktop, 2019

Tablo 1. Bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin balıklar üzerinde kullanım amacı, şekli ve sonuçları.(Devam)

Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Kekik (<i>Origanum vulgare</i>)	Uçucu yağı	Büyüme performansı, yemden yararlanma ve yaşama oranı	Oral	3,0 mg/kg, Etkili	Cihangir ve Diler, 2016
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Tarçın (<i>Cinnomomum verum</i>)	Yağı	İmmünostimulan etkisi, Büyüme performansı, Yem değerlendirme	Oral	SBO↑, YDO↑, RBC↑, HGB↑, HTC↑, TRIG↓, GLU↓, CHO↓, TP↑, ALB↑	Kesbiç, 2019
Sazan (<i>Cyprinus carpio</i>)	Sarı Kantaron (<i>Hypericum perforatum</i>)	Yağı	İmmünostimulan etkisi, Büyüme performansı	Oral	RBC↔, HGB↔, HTC↔, GLU↔, ALB↔, TP↑, TRIG↑, CHO↓, SBO↑, YDO↑	Acar, 2018
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Meyan kökü (<i>Glycyrrhiza glabra</i>)	Metanolik özütü	İmmünostimulan etkisi, Büyüme performansı	Oral	NBT↑, GSH↑, LYS↓, MPO↓ Tüm hematolojik parametreler↔	Altief, 2018
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Kişniş (<i>Coriandrum sativum</i>)	Metanolik özütü	İmmünostimulan etkisi, Büyüme performansı	Oral	NBT↑, SOD↑, CAT↔, GSH↑, LYS↓, MPO↓ Tüm hematolojik parametreler↔	Altief, 2018
Gökkuşaağı alabalığı (<i>O. mykiss</i>)	Sinameki (<i>Cassia angustifolia</i>)	Metanolik özütü	İmmünostimulan etkisi, Büyüme performansı	Oral	NBT↑, SOD↑, CAT↔, GSH↑, LYS↓, MPO↓ Tüm hematolojik parametreler↔	Altief, 2018

ALB: albumin, **BA:** Bakterisidal etki, **CAT:** Katalaz, **CHO:** kolesterol, **Ig:** immunoglobulin, **FA:** fagositik aktivite, **GSH:** glutatyon, **GLU:** glukoz, **HTC:** hematokrit, **LYZ:** lizozim aktivitesi, **MON:** monosit, **MPO:** myeloperoksidaz aktivite, **NBT:** nitrablu tetrazolium, **Nöt:** nötrofil, **RBC:** kırmızı kan hücreleri sayısı, **RB:** solunum patlaması, **RO:** reaktif oksijen üretiminde artış, **SOD:** Süperoksit dismutaz, **GR:** Glutatyon redüktaz, **SBO:** spesifik büyüme oranı, **TRIG:** trigliserid, **TP:** toplam protein, **WBC:** beyaz kan hücreleri sayısı, **WG:** ağırlık artışı, **YDO:** yem dönüşüm oranı. ↑: artış, ↓: azalma, ↔: değişiklik yok.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe, kamoterapotikler, anestetik maddeler, immunostimulanlar veya büyümeyi artırıcı yem katkı maddeleri sıklıkla kullanılan ajanlardır. Bu ajanların kimyasal içerikli olmaları rezidü oluşturarak balık, çevre ve insan sağlığını tehdit edebilmektedir. Ancak kimyasal ürünler yerine bitkisel ürünlerin kullanımı ile bu tarz problemlerin önüne geçilebilmektedir.

Sonuç olarak su ürünleri yetiştiricilik sektörünün sürdürülebilir olması canlı ile çevre etkileşiminin dengede tutulabilmesiyle mümkün kılınır. Günümüzde hemen her sektörde doğal ve organik olana yönelme vardır. Su ürünleri sektöründe de güvenilirliği bilimsel çalışmalar ile tespit edilmiş olan tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımları mümkündür. Ayrıca bu bitkilerin, kültür yoluyla su ürünleri üretiminde, farklı şekillerde ve daha etkin kullanılmaya başlanması durumunda, tıbbi ve aromatik bitki üreticilerinin de bu durumdan fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma, gelecekte farklı tıbbi ve aromatik bitkilerin, balıklar üzerinde büyümeyi artırıcı, bağışıklık güçlendirici, hastalıkların tedavisi veya anestetik madde olarak etkisini araştırmak üzere yapılacak olan çalışmalara ışık tutacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdel- Tawwab, M., Ahmad, H.M., Seden, M.E.A., Sakr, S.F.M., 2010. Use of green tea, (*Camellia sinensis* L.), in practical diet for growth and protection of Nile Tilapia, (*Oreochromis niloticus* L.), against *Aeromonas hydrophila* infection. Journal of World Aquaculture Society, 41: 203–213. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2010.00360.x
- Acar, Ü., 2018. Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) Yağının Sazan Yavrularının (*Cyprinus carpio*) Büyüme Performansı Ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkisi. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 33(1): 21-27. DOI: 10.28955/alinterizbd.343202
- Acıbuca, V., Bostan Budak, D., 2018. Dünya’da ve Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi, Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi, 33(1): 37-44.

- Altief, T.A.S. 2018. Alabalıklarda (*Oncorhynchus mykiss*) Bazı Tıbbi Bitkilerin Muhtemel İmmunostimulant ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması. Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, 98 s.
- Awad, E., Austin, B., 2010. Use of lupin, *Lupinus perennis*, mango, *Mangifera indica*, and stinging nettle, *Urtica dioica*, as feed additives to prevent *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Journal of Fish Diseases*, 33: 413–420. DOI: 10.1111/j.1365-2761.2009.01133.x
- Awad, E., Austin, D., Lyndon, A.R., 2013. Effect of black cumin seed oil (*Nigella sativa*) and nettle extract (Quercetin) on enhancement of immunity in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), *Aquaculture*, 388-391: 193–197. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.01.008
- Baba, E., 2017. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Bitkisel İmmunostimulant Kullanımı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(3): 249-256.
- Baba, E., Acar, Ü., Öntaş, C., Kesbiç, O.S., Yılmaz, S., 2016. Evaluation of *Citrus limon* peels essential oil on growth performance, immune response of Mozambique tilapia *Oreochromis mossambicus* challenged with *Edwardsiella tarda*. *Aquaculture*, 465: 13–18. DOI:10.1016/j.aquaculture.2016.08.023
- Balcı, B.A., Aktop, Y., 2019. Yeme Çakşır Otu (*Ferula elaeochytris* K. 1947) İlavesinin Japon Balığının (*Carassius auratus* L. 1758) Büyüme ve Gonad Gelişimi Üzerine Etkisi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 347-359.
- Bilen, S., Altief, T.A.S., Özdemir, K.Y. *et al.* Effect of lemon balm (*Melissa officinalis*) extract on growth performance, digestive and antioxidant enzyme activities, and immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiol Biochem* 46, 471–481 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10695-019-00737-z>
- Bilen S., Kenanolu O.N., Terzi E., Özdemir R.C., Sönmez A.Y., 2019. Effects of tetra (*Cotinus coggygria*) and common mallow (*Malva sylvestris*) plant extracts on growth performance and immune response in Gilthead Sea bream (*Sparus aurata*) and European Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 512, 734251. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734251>
- Bilen S., Sirtiyah A.M.A., Terzi E., 2019. Therapeutic effects of beard lichen, *Usnea barbata* extract against *Lactococcus garvieae* infection in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology*, 87: 401-409. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.01.046>
- Bodur, T., Afonso, J. M., Montero, D., Navarro, A., 2018. Assessment of effective dose of new herbal anesthetics in two marine aquaculture species: *Dicentrarchus labrax* and *Argyrosomus regius*. *Aquaculture*, 482, 78-82. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.09.029
- Can, E., Kizak, V., Özçiçek, E., Sehaneyildiz, C., 2017. The efficacy of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) oil as a promising anaesthetic agent for two freshwater aquarium fish species. *Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgah* 69, 1-8. URI: <http://hdl.handle.net/10524/57053>
- Can, E., Kizak, V., Can, Ş.S., Özçiçek, E., 2018. Anesthetic potential of geranium (*Pelargonium graveolens*) oil for two cichlid species, *Sciaenochromis fryeri* and *Labidochromis caeruleus*. *Aquaculture*, 491, 59-64. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.03.013
- Cihangir, E., Diler, İ., 2016. Yavru ve Juvenil Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Yemlerine Farklı Oranlarda İlave Edilen Kekik Yağının (*Origanum vulgare* L.) Büyüme Performansı ve Yemden Yararlanma Üzerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 12(2), 86-96. <https://doi.org/10.22392/egirdir.283071>
- Cunha, M.A.D., Silva, B.F.D., Delunardo, F.A.C., Benovit, S.C., Gomes, L.D.C., Heinzmann, B.M., Baldisserotto, B. 2011. Anesthetic induction and recovery of *Hippocampus reidi* exposed to the essential oil of *Lippia alba*. *Neotropical Ichthyology*, 9(3), 683-688. DOI: 10.1590/S1679-62252011000300022
- Çantaş, İ.B., Yıldırım, Ö., 2019. Reducing the impact of feeds on the environment in sustainable aquaculture. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(1), 87-97. DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.12
- Çelikkale, M. S., Düzgüneş, E., Okumuş, İ. 1999. Fisheries Sector in Turkey: Potential, Current State, Constraints and Recommendations (in Turkish), İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:1999(2): 414, Lebib A.S., İstanbul.
- Diler, Ö., Görmez, Ö., Terzioğlu, S., Atabay A., 2018. Pelin Otu (*Artemisia vulgaris* L.)' nun Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Hastalıklara Karşı Direnç ve Spesifik Olmayan Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 4(1), 1-11. DOI: 10.3153/JAEFR18001
- Do QD., Angkawijaya AE., Tran-Nguyen PL., Huynh LH., Soetaredjo FE., Ismadji S., Ju YH., 2014. Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J Food Drug Anal.* 22(3):296-302. DOI: 10.1016/j.jfda.2013.11.001

- Fu YW, Hou WY, Yeh ST, Li CH, Chen JC, 2007. The immunostimulatory effects of hot water extract of *Gelidium amansii* via immersion, injection and dietary administrations on white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its resistance against *Vibrio alginolyticus*. *Fish Shellfish Immunology*, 22: 673–685.
- Gabriel, N.N., Qiang, J, He, J., Ma X.Y., Kpundeh, M.D., Xu, P., 2015. Dietary Aloe vera supplementation on growth performance, some haemato-biochemical parameters and disease resistance against *Streptococcus iniae* in tilapia (GIFT). *Fish Shellfish Immunology*, 44:504–514. DOI: 10.1016/j.fsi.2015.03.002
- Göktaş, Ö., Gıdık, B., 2019. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(1): 136-142.
- Hashimoto, G.S.O., Neto, F.M., Ruiz, M.L., Achille, M., Chagas, E.C., Chaves, F.C.M., Martins, M.L., 2016. Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* against monogenean parasites and their influence on the hematology of Nile tilapia. *Aquaculture*, 450: 182–186. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.07.029
- Karataş İ., Karataş R., Elmastaş M., 2019. Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Sıcak Su İnfüzyonlarının Sekonder Metabolit İçeriği ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(2):49-57.
- Kendir, G., Güvenç, A. 2010. Etnobotanik ve Türkiye’de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 30(3): 49-80.
- Kesbiç, O.S., 2019. Effects of The Cinnamon Oil (*Cinnamomum verum*) on Growth Performance and Blood Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(2): 370-376. DOI: 10.24925/turjaf.v7i2.370-376.2360
- Kızak, V., Can, E., Danabaş, D., Can, Ş.S. 2018. Evaluation of anesthetic potential of rosewood (*Aniba rosaeodora*) oil as a new anesthetic agent for goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 493, 296-301. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.05.013
- Knopf, K., Ekanem A.P., 2004. Plant extracts for the treatment of Ichthyophthiriasis in fish. *Deutscher tropentag*, October 5-7, Berlin.
- Kolaç, T., Gürbüz P., Yetiş G., 2017. Doğal Ürünlerin Fenolik İçeriği ve Antioksidan Özellikleri. *İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 5(1): 26-42.
- Küçükgül-Güleç, A., Danabaş, D., Ural, M., Seker, E., Arslan, A., Serdar, O., 2013. Effect of mixed use of thyme and fennel oils on biochemical properties and electrolytes in rainbow trout as a response to *Yersinia ruckeri* infection. *Acta Veterinaria Brunensis*, 82:297–302; DOI:10.2754/avb201382030297
- Logambal, S.M., Venkatalakshmi, S., Dinakaran, M.R., 2000. Immunostimulatory effect of *Ocimum sanctum* Linn. in *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Hydrobiologia*, 430: 113–120. DOI: 10.1023/A:1004029332114
- Magnadottir, B., 2006. Innate immunity of fish. *Fish Shellfish Immunology*, 20:137–151. DOI: 10.1016/j.fsi.2004.09.006
- Metin, S., Didinen, B.I., Kubilay, A., Pala, M., Aker, İ. 2015. Bazı tıbbi bitkilerin gökkuşağı alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) üzerinde anestezi etkilerinin belirlenmesi. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 1(1):37-42. DOI: 10.17216/limnofish.205738
- Metin, S., Diler, Ö., Didinen, H., 2018. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Tıbbi Bitkilerin Anestezi Olarak Kullanımı, *Acta Aquatica Turcica*, 14(4):351-356. DOI: 10.22392/egirdir.405192
- Olatoye I. O. and Afisu B. (2013). Antibiotic Usage and Oxytetracycline Residue in African Catfish (*Clarias gariepinus*) in Ibadan, Nigeria. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5 (3): 302-309, DOI: 10.5829/idosi.wjfm.2013.05.03.71214
- Özçelik H., Taştan Y., Terzi E., Sönmez A.Y., 2020. Use of Onion (*Allium cepa*) and Garlic (*Allium sativum*) Wastes for the Prevention of Fungal Disease (*Saprolegnia parasitica*) on Eggs of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Fish Diseases*, 43(10): 1325-1330. DOI: https://doi.org/10.1111/jfd.13229
- Pedrazzani, A.S., Neto, A.O., 2016. The anaesthetic effect of camphor (*Cinnamomum camphora*), clove (*Syzygium aromaticum*) and mint (*Mentha arvensis*) essential oils on clown anemonefish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier 1830). *Aquaculture research*, 47(3):769-776. DOI: 10.1111/are.12535
- Pekdemir, S., Çiftçi M., Karatepe M., 2020. Elazığ’da Yetişen *Polygonum cognatum* Meissn (Madımak) Bitki Ekstraktlarının In vitro Biyolojik Aktiviteleri ve Bazı Fitokimyasal Bileşenlerinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 18: 368-378.
- Ribeiro, A.S., Batista, E.D.S., Dairiki, J.K., Chaves, F.C.M., Inoue, L.A.K.A. 2016. Anesthetic properties of *Ocimum gratissimum* essential oil for juvenile matrinxã. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(1):1-7. DOI: 10.4025/actascianimsci.v38i1.28787

- Sahu, S., Das, B.K., Mishra, B.K., Pradhan, J., Sarangi, N., 2007. Effect of *Allium sativum* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 80–86. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00785.x
- Schwarz M.H., Senten J., Jahncke M.L., Lazur A.M., 2019. Overview of Good Aquaculture Practices. Virginia Cooperative Extension, Virginia Tech, Virginia State University, Publication 600-054, Petersburg.
- Serfling, S. (2015). Goodaquaculturepracticestoreducetheuse of chemotherapeuticagents, minimize bacterialresistance, andcontrolproductquality. *Bulletin of FisheriesResearchAgency*, 40, 83-88.
- Silva, L.D.L., Silva, D.T.D., Garlet, Q.I., Cunha, M.A., Mallmann, C.A., Baldisserotto, B., Longhi, S.J., Pereira, A.M.S., Heinzmann, B.M., 2013. Anesthetic activity of Brazilian native plants in silver catfish (*Rhamdia quelen*). *Neotropical Ichthyology*, 11(2), 443-451. DOI: 10.1590/S1679-62252013000200014
- Terzioğlu, S., Diler, Ö. 2016. Effect of Dietary Sage (*Salvia officinalis* L.), Licorice Root (*Glycyrrhize glabra* L.), Blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Echinaceae (*Echinacea angustifolia* Hell) on Nonspecific Immunity and Resistance to *Vibrio anguillarum* Infection in Rainbow Trout, (*Oncorhynchus mykiss*). *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 12(2): 110-118. DOI: 10.22392/egirdir.284921
- Tarım ve Orman Bakanlığı 2019. Su Ürünleri İstatistikleri. <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf>
- Uluköy G, Kubilay A, Didinen BI, Metin S, Altun S, Diler Ö, Mammadov R, Dulluç A, 2018. Immunostimulant Effects of Geophyte Plant Extract on Non-specific Defence Mechanisms of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *LimnoFish*. 4(1): 36-41. DOI: <http://doi.org/10.17216/limnofish.325726>
- Ülger T.G., Yabancı Ayhan, N., 2020. Bitki Sekonder Metabolitlerinin Sağlık Üzerine Fonksiyonel Etkileri. *ACU Sağlık Bil Derg*, 11(3):384-390. DOI: <https://doi.org/10.31067/0.2020.288>
- Yiğitarıslan, K.D., Azdural, K., Yavuz, U., Turan, F., 2011. Alabalıklarda Fitoterapi Uygulamaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 4:(1), 63-68.



Deniz Ürünleri Kaynaklı Paralitik Zehirlenme

Seda Kuşoğlu Gültekin

Üsküdar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul/Türkiye

E-mail: sedakusoglu@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:
15/10/2020
Kabul Tarihi:
03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Alg
Alg patlama
Dinoflagellat
Sucul canlılar
Toksosite
Zehirlenme

Öz

Temiz su kaynaklarının korunması ve devamlılığının sağlanması, tüm Dünya için büyük önem arz etmektedir. Su kaynaklarının ve bu kaynaklarda yaşayan sucul canlıların tüketim için güvenilir olması öncelikli araştırma konularının başında gelmektedir. Dünya genelinde neredeyse tüm su kaynaklarında yaşayan alglerin neden olduğu toksisite başta insanlar ve hayvanlar olmak üzere tüm canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Algal toksik bileşenler ile kontamine olmuş suların tüketimine ek olarak bu sularda yaşayan sucul canlıların tüketimi ile de bu toksinler, besin zincirine katılmakta ve canlılar üzerinde toksisitelerini göstermektedirler. İçilebilir su kaynaklarında alg popülasyonunun aşırı artışı doğrudan ve dolaylı olarak canlılığı etkilemektedir. Doğrudan etkiler arasında, toplu zehirlenmeler ve ölüm bulurken, dolaylı etkiler arasında, su kalitesinde ve su altı bitki örtüsünde azalma bulunmaktadır. Ateş rengi alglerden olan dinoflagellatlarla beslenen kabuklu deniz canlılarının vücutlarında birikme gösteren algal toksinler, insanlarda paralitik gıda zehirlenmesine neden olmakta, tedavi edilmediği durumlarda ise, zehirlenmeye ve takiben ölüme sebep olmaktadır. Su kaynaklarının bu alg türünden arındırılmasında yaşanan zorluklar sebebiyle, sularda alg patlaması gerçekleşmeden, alg içermeyen alanların oluşturulması ve bu alanların düzenli kontrolleri yapılarak, alg popülasyonunun güvenli sınırlarda kalması sağlanmalıdır.

Paralytic Poisoning from Marine Products

Article Info

Received:
15/10/2020
Accepted:
03/12/2020

Keywords:

Algae
Algal bloom
Dinoflagellate
Aquatic organisms
Toxicity
Poisoning

Abstract

The protection and continuity of clean water resources is a great importance for the whole World. The safety of water resources and aquatic organisms inhabiting in these resources for consumption is one of the primary research topics. The toxicity caused by algae inhabiting in almost all aquatic ecosystems around the world threatens living organisms, especially humans and animals. In addition to the consumption of water contaminated with algal toxic components, these toxins also participate in the food chain and show their toxicity on living organisms with the consumption of aquatic organisms inhabiting in these waters. Excessive increase of algae population in potable water resources directly and indirectly affects viability. Direct effects include mass poisoning and death, while indirect effects include a reduction in water quality and underwater vegetation. Algal toxins, which accumulate in the bodies of shellfish that feed on dinoflagellates, which are fire-colored algae, cause paralytic food poisoning in humans, and if untreated, it causes poisoning and eventually death. Due to the difficulties in removing these algae from the water resources, it should be ensured that the algae population remains within safe limits by creating areas that do not contain algae, and periodic controls of these areas before algae bloom occurs in the water.

Atf bilgisi/Cite as: Gültekin, S. K., (2020). Deniz ürünleri kaynaklı paralitik zehirlenme. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 95-99.

GİRİŞ

Günümüzde artan dünya nüfusuna bağlı olarak her geçen gün içilebilir su kaynaklarının önemi ve su canlılarının gıda olarak tüketimi artmaktadır. Sahip oldukları yüksek protein, düşük yağ içeriği ve genellikle karasal hayvanlara kıyasla yağda çözünen A, D, E ve K vitaminlerini daha fazla bulundurmaları sebebiyle su ürünlerine olan rağbet günden güne artış göstermektedir (Pigott ve Tucker, 1990). Vücutta kritik biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerde görev alan ve diğer besinlerde bulunmayan eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asidin (DHA) bütün deniz ürünlerinde bulunması deniz ürünlerinin tüketiminin öneme vurgu yapmaktadır (Gordon ve Ratliff, 1992). İnsan sağlığı üzerine zararlı etkileri bulunan

doymuş yağ asitlerinin çiftlik hayvanlarına kıyasla su hayvanlarında çok daha az bulunması, yüksek miktarda esansiyel yağ ve aminoasit içermeleri su ürünlerini sağlıklı yaşam diyetlerinin vazgeçilmez parçası haline getirmiştir (Karabulut ve Yandı, 2006). Su canlıları için besin kaynağı olan mikroalgler, sucul ortamlarda yaygın olarak bulunurlar. Evsel ve endüstriyel atıkların işlem görmeden içme suyu kaynaklarına salınımı ve plansız yerleşim, göl ve akarsu kaynaklarında su kalitesinin düşmesine ve algal hücre topluluklarının aşırı artışına (alg patlaması) sebep olmaktadır. Artan algal hücrelerinin yüksek metabolik aktivitelerine bağlı olarak ortaya çıkan ötrofikasyon sonucunda sulara tat ve koku değişiklikleri meydana gelmektedir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Alglerin bir kısmı metabolizmaları sonucu non-ribozomal peptidler, poliketidler ve alkaloidleri içeren toksik sekonder metabolitler (toksinler) üretebilmektedirler. Bu toksinler; nörotoksinler, hepatotoksinler ve sitotoksinler gibi çeşitli sınıflara ayrılmakta (Chorus, 2001) ve uzun süreli tüketimde insanlarda kronik toksisiteye sebep olmaktadır.

Algler ve Toksinleri

Algler, büyüklükleri birkaç mikrometre ile metre arasında değişen, fotosentez için gerekli farklı pigmentlere sahip, tatlı ve tuzlu sulara, ıslak topraklarda, kaya ve ağaçlar üzerinde yaşayabilen organizmalardır. Sahip oldukları pigment, depo maddeleri, kamçı, hücre duvarı yapısı gibi özelliklere göre sınıflandırılan algler, kimyasal yapılarına ve etkilerine göre ayrıışan toksinlere sahiplerdir (Bryant, 1994; Chorus, 2001).

Algler için hayati öneme sahip olan bu toksinler korunma, neslin devamını sağlama ve ekosistemle ilişkilerini düzenlenme gibi işlevlerde görev almakta (Chorus, 2001) ve hücre içeriği bozulmadığı sürece genelde hücre dışına salınmamaktadırlar; ancak stres altındayken ya da hücre çözülüp dağıldığında serbest kalmaktadırlar. Bu toksinler başta insan ve hayvanlar olmak üzere tüm canlıların yaşamını tehdit etmekte ve toplu ölümlere sebep olabilmektedirler (Wang, 2018).

Paralitik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (PSP), çoğunlukla dinoflagellatlar (ateş rengi algler) tarafından sentezlenen nörotoksik toksinlerle kontamine olmuş deniz ürünlerinin insanlar tarafından tüketimi ve buna bağlı olarak gözlenen gıda zehirlenmesi kaynaklı bir hastalıktır. Balon balığı toksisitesine benzer semptomlara sahip PSP, tedavi edilmediğinde kişilerde ölüme kadar giden ağır zehirlenmelere neden olabilmektedirler (Etheridge, 2010).

PSP'ye neden olan toksinlerin (Paralitik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesine sebep olan toksinler; PST) 50'den fazla farklı türevi tanımlanmıştır (Raposo vd., 2020). PSTler nörotoksik, alkaloid yapıları, suda çözünebilir ve protein yapısında olmayan toksinlerdir (Kodama ve Sato, 2000). Tüm PSTler birinci azot (N1), on birinci ve on üçüncü karbon (C11 ve C13) pozisyonlarında yer değişimleri gösteren bir tetrahidropürin halka yapısına sahiptir (Raposo vd., 2020). Asidik ortamda ısıya dirençli ve daha kararlı yapıda olan PSTler bazik ortamda kararsız ve kolay okside olma özelliği gösterirler (Mons vd., 1998).

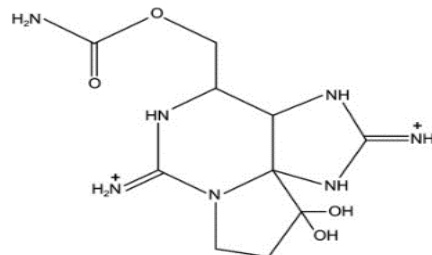
Farklı toksisite düzeyleri gösteren PSTler karbamil, dekarbamil, N-sülfokarbamil ve hidroksilat saksitoksin (M1-4) olmak üzere dört gruba ayrılır. En toksik grup olan karbamil grubunda saksitoksin (non-sülfat), neosaksitoksin (non-sülfat) ve gonyautoksin, (monosülfat) bulunmaktadır (Wiese vd., 2010; Demirel ve Çelik, 2013).

Toksinin Etki Şekli

PSTler voltaj kapılı sodyum kanallarını bloke edip hücrelerdeki elektriksel iletimini engelleyerek impulslarda blokasyona neden olmaktadır. PSTlerin sodyum kanallarına ilgi temel olarak tetrahidropürinik halkada pozitif yüklü guanidinyum gruplarının ve C12 pozisyonunda hidroksillerin varlığından kaynaklanmaktadır. Bu ilgi, C11'de sülfat gruplarının bulunması ile ciddi ölçüde azalmaktadır (Wiese vd., 2010)

Suyu filtre ederek beslenen çoğu su canlılarının impuls iletimi kalsiyum kanalları ile kontrol edilmektedir. Bu sebeple PSTler bu su canlıları için toksisite meydana getirmemektedir. İmpuls iletiminin sodyum kanalları aracılığıyla gerçekleştiği insan ve diğer hayvanlarda, PSTler sinir hücresi boyunca sodyum geçişine engel olmaktadır. Sinir-kas arasındaki bağlantının kesilmesini takiben sodyum, potasyum gibi hücre içi iyon konsantrasyonlarında değişim sağlayarak impuls blokasyonuna sebep olmaktadır (Anderson, 1994; Bricelj vd., 2005; Raposo vd., 2020).

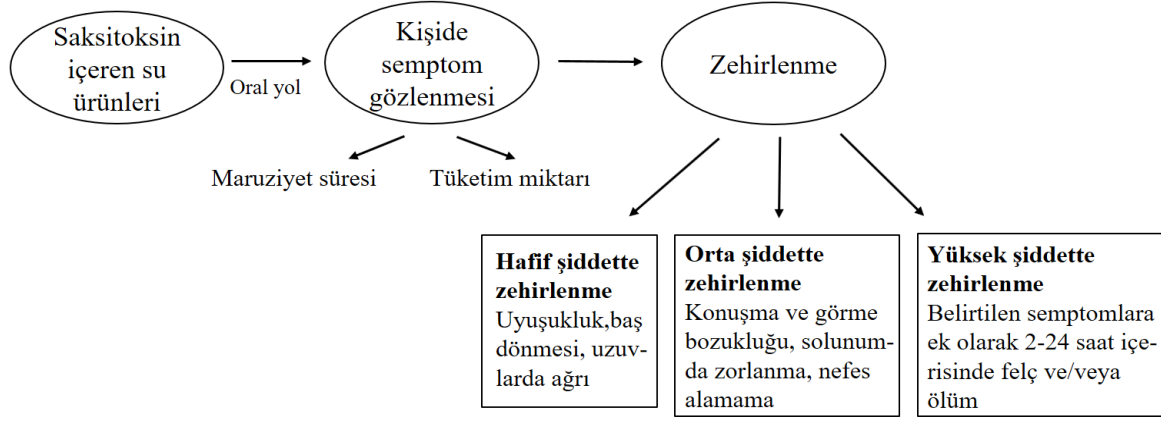
1957 yılında Alaskan Tereyağı Midye *Saxidomus giganteus*'tan izole edilerek ilk karakterizasyonu yapılan PST, saksitoksindir (Raposo vd., 2020) (Şekil 1). Çeşitli durgun su algleri ve bazı denizanası türleri tarafından üretilen saksitoksin ve analoglarının midye, istridye, karından bacaklılar, bazı kabuklular ve balıkların bu toksinleri beslenme yoluyla aldıkları ve bünyelerinde taşıdıkları belirlenmiştir (Mons vd., 1998). Deniz canlılarına ek olarak, bu moleküllerin sulama sırasında absorpsiyon yoluyla bitki dolaşım sistemine girdiği bu su ile sulanmış bitkilerin tüketimi ile de besin zincirine katılabildiği gösterilmiştir.



Şekil 1. Saksitoksin'in yapısı (Solter vd., 2013).

Toplu balık-hayvan ölümlerine sebep olan saksitoksini ürettiği bilinen bazı alg türleri *Anabaena circinalis*, *Aphanizomenon* sp., *Aphanizomenon gracile*, *Cylindrospermopsis raciborskii* ve *Lyngbya wollei*'dir (Pearson vd., 2010). Coğrafi olarak birbirine uzak lokasyonlarda bulunan aynı türlerin farklı toksik düzeylerde saksitoksin ürettiği rapor edilmiştir (Velzeboer vd., 2000). Saksitoksin klasik arıtma yöntemlerinden olan pişirme, kaynatma, dondurma ve buhar uygulaması gibi işlemlerden etkilenmemektedir (Yen vd., 2006; Kuşoğlu, 2019)

Saksitoksin içeren su ürünlerinin tüketimi sonucu oluşan paralitik zehirlenmede, kişilerde semptomlar kısa süre içerisinde ortaya çıkarken, iyileşme uzun zaman içerisinde gerçekleşmektedir (Şekil 2). Bu zehirlenmeden ilk etkilenen sinir sistemi üyesi, duyu sinirleridir (Rapala vd., 2005; Demirel ve Çelik, 2013).



Şekil 2. Saksitoksin içeren su ürünlerinin tüketimine bağlı gerçekleşen paralitik zehirlenme (Rapala vd., 2005; Demirel ve Çelik, 2013).

Toksin Detoksifikasyonu

Toksin üreten dinoflagellatların su kaynaklarında zaman içerisinde artışı ve sudaki çevresel koşulların kötüleşmesi ile toksik algal saha oluşumu gerçekleşmektedir. Suyun derin kısımlarına yerleşen dinoflagellatlar, suda "kırmızı akıntı" oluşumuna neden olur. Bu sahanın rengi saha derinliğine ve alg konsantrasyonuna göre değişebilmektedir (Terzi, 2008).

Su kaynaklarına evsel ve endüstriyel atıkların bilinçli ya da bilinçsizce bırakıldığı durumlarda sularda yüksek konsantrasyonlarda nitrojene rastlanmaktadır. Yüksek nitrojen dolayısıyla dinoflagellat tarafından daha yüksek miktarda saksitoksin üretimi sağlanmaktadır ve böylelikle toksik algal sahaların oluşumu gerçekleşmektedir (Anderson, 2009).

Kabuklu deniz ürünleri üretiminin ya da avlanmasının yapıldığı su kaynaklarında toksik algal alanların oluşumunun engellenmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Alg popülasyonunun aşırı yükseldiği suların arıtımı zor ve maliyetli bir dizi işlem gerektirmektedir. Arıtmada kullanılan klasik yöntemlerin alglerin hücre bütünlüğünü bozmasına ve toksinleri içeren hücre içeriklerinin açığa çıkmasına sebep olması dolayısıyla, ilk olarak yapılması gereken işlem; algal sahaların oluşumunun engellenmesidir.

Bu bağlamda, suların düzenli kontrollerinin yapılarak, alg gelişimini engelleyen ancak hücre parçalanmasına neden olmayan kimyasalların kullanımı ile suların temizliği sağlanmaktadır. En yaygın kullanılan kimyasallar bakır sülfat, potasyum permanganat, ozon ve klordur. Kimyasal uygulamasına ek olarak, kabuklu deniz ürünlerinin tüketim öncesi yüksek sıcaklıkta kaynatılması ile bulaş sağlanmış toksinlerin büyük ölçüde detoksifiye olduğu rapor edilmiştir (Newcombe vd., 2004; Demirel ve Çelik, 2013).

Toksik algal alanlar direkt olarak insan ve hayvan sağlığını tehdit ederken, toksik olmayan algal alanların oluşumu da su kaynaklarında yüksek biyokütleli alanların oluşumu, oksijen seviyesinde ve ışığın geçişinde azalma ve takiben su altı vejetasyonunda azalma gibi indirekt yollarla canlılık üzerine tehdit oluşturmaktadır (Anderson, 2009).

BULGULAR

Toksik dinoflagellatlarca zengin sularda üretimi veya avlanması yapılan kabuklu deniz canlılarının/ürünlerinin vücutlarında biriken saksitoksin ve türevleri insanlar için paralitik gıda zehirlenmesine sebep olmakta ve tedavi edilemeyen durumlarda öldürücü etki göstermektedir.

Paralitik gıda zehirlenmesinin önüne geçilebilmesi için, kabuklu deniz ürünlerinin avlanması ile geçimini sağlayan kişiler ve potansiyel alıcılar bilgilendirilmeli, avlanmanın temiz sularda gerçekleşmesi sağlanmalıdır. Dinoflagellatların aşırı çoğalma gösterdiği sularda renk değişimi gözlenmesine ek olarak, renk değişiminin olmadığı alg patlamaları da rapor edilmiştir. Bu sebeple, özellikle avcılık yapılan sularda algler için potansiyel besiyeri görevi göreceks evsel ya da endüstriyel atıkların boşaltılmaması, bu su kaynaklarının düzenli olarak kontrollerinin yapılması ve toplumun bilinçlendirilmesi gerektiği aşıkardır.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Anderson, D. M. (1994). Red Tides. *Scientific American*, 271 (2): 52-58.
- Anderson, D. M. (2009). Approaches to monitoring, control and management of harmful algal blooms. *Ocean Coastal Management*, 52 (7): 342-354. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.04.006>
- Bryant, D. A. (1994). Gene nomenclature recommendations for green photosynthetic bacteria and heliobacterial. *Photosynthesis Research*, 41, 27-28.
- Bricelj, V. M., Connel, L., Konoki, K., Macquarrie, S. P., Scheuer, T., Catterall, W.A. & Trainer, V.L. (2005). Sodium channel mutation leading to saxitoxin resistance in clams increase risk of PSP. *Nature*, 434: 763-767. <https://doi.org/10.1038/nature03415>
- Chorus, I. (Eds.) (2001). Cyanotoxins Occurrence, Causes, Consequences, Berlin, Almanya: Springer-Verlag. 350 Pp.
- Demirel, Y. N., & Çelik, H. (2013). Kabuklu deniz hayvanlarından kaynaklanan paralitik zehirlenme. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30(3): 139-146. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2013.30.3.08>
- Etheridge, S. M. (2010). Paralytic shellfish poisoning: Sea food safety and human health perspectives. *Toxicon*, 56: 108-122. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.12.013>
- Gordon, D. T. & Ratliff, V. (1992). Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality. 1st ed. Florida, USA: CRC Press. 406p.
- Kahraman, S. D. & Küplülü, Ö. (2012). Siyanobakteriler ve toksinleri. *Veteriner Hekim Derneği Dergisi*, 83(2): 36-47.
- Karabulut, H. A. & Yandı, İ. (2006). Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 339-342.
- Kodama, M. & Sato, S. (2000). Seafood and Freswater Toxins: Pharmacology, Physiology and Detection. 1st ed. New York, USA: Marcel Dekker. 798p.
- Kuşoğlu, S. (2019). *Microcystis aeruginosa* toksik peptidlerinin kromatografik analizi ve epitel hücreleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. Master Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Mons, M. N. Egmond, V. & Speijers, G. J. A. (1998). Paralytic shellfish poisoning; A review. *National Institute of Public Health and the Environment Bilthoven, The Netherlands*, 1-47.
- Newcombe, G. & Nicholson, B. (2004). Water treatment options for dissolved cyanotoxins. *Journal of Water Supply: Research and Technology*, 53(4): 227-239. <https://doi.org/10.2166/aqua.2004.0019>
- Pearson, L., Mihali, T., Moffitt, M., Kellmann, R. & Neilan, B. (2010). On the chemistry, toxicology and genetics of the cyanobacterial toxins, microcystin, nodularin, saxitoxin and cylindrospermopsin. *Marine Drugs*, 8: 1650-1680. <https://doi.org/10.3390/md8051650>
- Pigott, G. M. & Tucker, B. W. (1990). Seafood effects of technology on nutrition. 1st ed. New York, USA: Marcel Dekker. 384 p. <https://doi.org/10.1201/9780203740118>
- Rapala, J., Robertson, A., Negri, A. P., Berg, K. A., Tuomi, P., Lyra, C., Erkoma, K., Lahti, K., Hoppu, K. & Lepisto, L., (2005). First report of saxitoxin in Finnish Lakes and possible associated effects on human health. *Environmental Toxicology*, 20(3): 331-340. <https://doi.org/10.1002/tox.20109>
- Raposo, M. I. C., Gomes, M.T, Botelho, M. J. & Rudnitskaya, A. (2020). Paralytic shellfish toxins (PST)-transforming enzymes: A review. *Toxins*, 12(5): 344-364. <https://doi.org/10.3390/toxins12050344>
- Solter, P. F. & Beasley, V. R. (2013). Haschek and Rousseaux's Handbook of Toxicologic Pathology. Academic Press, 3.Baskı: Urbana, Amerika, 1155-1186 Pp. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415759-0.00038-8>
- Terzi, G. (2008). Deniz ürünlerine bağlı zehirlenmeler ve etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 65(1): 51-60.
- Velzeboer, R. M. A., Baker, P. D., Rositano, J., Heresztyn, T., Codd, G. A. & Raggett, S. L. (2000). Geographical patterns of occurrence and composition of saxitoxins in the cyanobacterial genus Anabaena (Nostocales, Cyanophyta) in Australia. *Phycologia*, 39(5): 395-407. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-39-5-395.1>

- Wang, D., Calabrese, E. J., Lian, B., Lina, Z. & Calabrese, V., (2018). Hormesis as a mechanistic approach to understanding herbal treatments in traditional Chinese medicine. *Pharmacology and Therapeutics*, 184: 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2017.10.013>
- Wiese, M., D'Agostino, PM., Mihali, TK., Moffitt, MC., Neilan, BA., (2010). Neurotoxic alkaloids: saxitoxin and its analogs. *Marine Drugs*, 8: 2185-2211. <https://doi.org/10.3390/md8072185>
- Yen, I. C., Astudillo, L. R., Soler, J. F. & Barbera-Sanchez, A. (2006). Paralytic shellfish poisoning toxin profiles in green mussels from Trinidad and Venezuela. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(1): 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2004.07.030>



A Review on Antibacterial Effects of Fish Skin Mucus and Fish Lectins

Yiğit TAŞTAN^{1*} , Adem Yavuz SÖNMEZ² 

¹Kastamonu University, Faculty of Fisheries, Department of Aquaculture, Kastamonu/Turkey

²Kastamonu University, Faculty of Fisheries, Department of Basic Sciences, Kastamonu/Turkey

*E-mail: ytastan@kastamonu.edu.tr

Article Info

Received:
17/11/2020
Accepted:
09/12/2020

Keywords:

Antibacterial
Disease
Fish skin mucus
Lectin
in vivo

Abstract

The skin of many fish species is covered with a layer of mucus that acts as a barrier between the fish and the environment. Mucus, which plays an important role in disease resistance, contains lectins along with many other components. Lectins are proteins, that are naturally produced by many organisms, with carbohydrate recognition and binding properties. Lectins take part in intercellular communication, pathogen-host relationship, and immune response by binding to specific carbohydrates on cell surfaces. In innate immune response, lectins increase opsonization by binding to pathogenic microorganisms. Moreover, many *in vitro* studies, as well as a few *in vivo* studies have shown that certain lectins can exhibit bactericidal effects without needing the presence of phagocytes. These effects occur by agglutination of bacteria, preventing biofilm formation, or disrupting the cell wall structure. The antibacterial effects of fish mucus and fish lectins have been reported in many studies. In this review, some of these studies are summarized and the potential use of mucus and/or lectins as *in vivo* antimicrobial agents is evaluated.

Balık Mukusu ve Balık Lektinlerinin Antibakteriyel Etkileri Üzerine Bir Derleme

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:
17/11/2020
Kabul Tarihi:
09/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Antibakteriyel
Balık mukusu
Hastalık
Lektin
in vivo

Öz

Birçok balık türünün derisi, balığın çevre ile arasında bir bariyer görevi gören bir mukus tabakası ile kaplıdır. Hastalık direncinde önemli bir rol oynayan mukus, birçok bileşenin yanı sıra lektin proteinlerini de içermektedir. Lektinler, doğal olarak birçok organizma tarafından üretilen karbonhidrat tanıma ve bağlanma özellikleri olan proteinlerdir. Lektinler; hücre yüzeylerindeki spesifik karbonhidratlara bağlanarak hücreler arası iletişim, patojen-konak ilişkisi ve bağışıklık yanıt gibi birçok işlevde rol oynar. Doğal bağışıklık yanıtta patojen mikroorganizmalara bağlanarak opsonizasyonu artırır. Dahası, bazı lektinlerin birçok *in vitro* çalışmada, hatta birkaç *in vivo* çalışmada, fagositlere ihtiyaç duymadan da bakterisidal etki gösterebildiği ortaya konulmuştur. Bu etki; bakterinin aglütinasyonu, biyofilm oluşumunun engellenmesi veya hücre duvarı yapısının bozulması sayesinde gerçekleşir. Balık mukusunun ve balık lektinlerinin antibakteriyel etkileri birçok çalışmada bildirilmiştir. Bu derlemede, bu çalışmalardan bahsedilmiş ve mukus ve/veya lektinlerin *in vivo* antibakteriyel ajanlar olarak kullanılma potansiyeli değerlendirilmiştir.

Atıf bilgisi/Cite as: Taştan, Y. & Sönmez, A. Y., (2020). A review on antibacterial effects of fish skin mucus and fish lectins. Menba Kastamonu University Faculty of Fisheries Journal, 6(2), 100-107.

INTRODUCTION

Due to the constantly increasing demand for animal protein, aquaculture practices are intensified. Fishes grown in intense aquaculture systems are susceptible to diseases (Dash et al., 2018). Although there are various methods to prevent or combat diseases, these methods are often considered to possess a risk for the health of both the fish and the environment (Bilen et al., 2020). Therefore, to fight against diseases caused by microorganisms, recent studies have focused on natural antimicrobial agents (Nguafack et al., 2020; Palanikani et al., 2020; Elbeshti et al., 2020).

Several studies investigated antimicrobial effects of fish skin mucus (Momoh et al., 2014; Wei et al., 2010; Kuppulakshmi et al., 2008; Fuochi et al., 2017; Del Rosario et al., 2012; Lirio et al., 2019). The findings of these studies are promising and researchers often conclude that mucus shows antimicrobial properties. However, many bioactive compounds in mucus contribute to this effect. One of them is the lectin. Lectins are carbohydrate binding proteins that are synthesized by various organisms. It

was suggested that they can be used as antimicrobial agents (Coelho et al., 2018). Lectins play an important role in the immunity of fish and are reported to be present in many organs and tissues such as the gill, skin, liver, kidney, intestine, and blood of fishes (Elumalai et al. 2019). Furthermore, lectins can be isolated from fish skin mucus. In this review, we will narrate the possible utilization of fish mucus and fish lectins to treat or prevent fish diseases.

Fish Skin Mucus

Fish skin mucus is a material that plays important role in reproduction, swimming, excretion, communication, disease resistance, nutrition, ionic and osmotic regulation, and nesting processes (Dash et al., 2018). Mucus has a slippery structure due to the presence of gel-forming macromolecules and high-water content (Sheppard, 1994). The macromolecules that form a gel in many vertebrates, including fish, are glycoproteins (mucins) (Asakawa, 1970; Fletcher et al., 1976). The glycoproteins present in fish mucus are similar in structure to mucins of mammals (Harris and Hunt, 1973; Alexander and Ingram, 1992). It has been demonstrated that fish mucus contains other components, but since it is not possible to obtain skin mucus without stressing the fish, it is not known whether these components occur naturally in fish as in mammals or are produced as a result of stress, injury or disease (Sheppard, 1994; Palaksha et al., 2008; Guardiola et al., 2014). Again, there are discussions about to what extent these components affect the physical and chemical properties of mucus. Especially glycosaminoglycans have been found in fish mucus. This component is also seen in mammalian mucus. Other known components are proteolytic enzymes, pheromones, lipids, calmodulin, crinotoxins, lectins, complements, immunoglobulins, and lysozyme (Sheppard, 1994; Reverter et al., 2018). These components play a wide range of biological roles (Reverter et al., 2018). As listed in Table 1, various studies have shown that fish skin mucus exhibits antimicrobial properties.

Table 1. Certain studies revealing the *in vitro* antibacterial effect of fish mucus

Fish species	Mucus extraction method	Bacteria	Reference
<i>Dormitator latifrons</i>	Direct use from skin	<i>Bacillus sp.</i> <i>Vibrio harveyi</i> <i>Vibrio anguillarum</i> <i>Vibrio vulnificus</i>	Del Rosario et al. (2012)
<i>Dasyatis pastinaca</i>	Crude extract	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	Fuochi et al. (2017)
<i>Oreochromis niloticus</i> <i>Clarias batrachus</i> <i>Channa striata</i>	Acidic extraction	<i>Enterococcus faecalis</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Micrococcus luteus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Serratia marcescens</i>	Lirio et al. (2019)
<i>Channa striata</i>	Acidic extraction Aqueous extract Crude extract	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Aeromonas hydrophila</i>	Wei et al. (2010)
<i>Channa punctatus</i> <i>Cirrhinus mrigala</i>	Direct use from skin	<i>Escherichia coli</i> <i>Klebsiella oxytoca</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Lactobacillus vulgaris</i> <i>Proteus mirabilis</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Vibrio cholera</i>	Kuppulakshmi et al. (2008)

Many studies have examined *in vivo* effects of fish mucus. However, to date, there is no study on fish. Analgesic, anti-inflammatory, and therapeutic effects of mucus (fillet extracts in some cases) were investigated in mice, rats, and pregnant women (Cetin et al., 2016; Hitit et al., 2020; Ab Wahab et al., 2015; Michelle et al., 2004; Suhartono et al., 2013). As mentioned above, these effects may occur due to diverse compounds present in the mucus. Lectin is one of the most interested among these compounds since it can bind to specific cell surfaces and is broadly used in biomedical research such as cancer detection, blood typing, antimicrobial studies, etc. (Hashim et al., 2017; Dan et al., 2015).

Lectins

Glycan-recognizing proteins are classified into two groups: sulfated glycosaminoglycan (SGAG) binding proteins (evolved by convergent evolution) and lectins [mostly containing an evolutionarily conserved carbohydrate-recognition domain (CRD)]. The "lectin" term comes from the Latin word "Legere" which means "to select". Phylogenetically, lectins are very ancient and they have the ability to recognize and bind to complex carbohydrates of glycoconjugates. Lectins were discovered in plants more than 100 years ago. Today, it is known to exist in many organisms such as bacteria, viruses, plants, and animals (Gupta, 2012).

It is thought that the first definition of lectin was made in 1888 by Peter Hermann Stillmark in his doctoral dissertation. Stillmark isolated an extremely toxic hemagglutinin, ricin, from the seeds of the castor bean plant (*Ricinus communis*). Although animal hemagglutinins have been known for a long time in both invertebrates and lower vertebrates, merely three of them (horseshoe crab, snail, and eel) were successfully isolated and characterized until the mid-1970s. The first animal lectin specific to a sugar (L-fucose) was obtained from eel by Watkins and Morgan (1952). Since the early '80s, the number of lectins purified from animals has increased rapidly with the recombinant techniques becoming widespread (Gupta, 2012).

Today, lectins are known as a heterogeneous group of non-immune system-derived carbohydrate-binding proteins that agglutinate cells and/or precipitate glycoconjugates without affecting their covalent bonds (Goldstein et al., 1980). By this definition, it is understood that lectin molecules have two or more carbohydrate-binding sites to enable crosslinking between the cell and a sugar-containing macromolecule. In recent years, with the realization that lectin acts as a cell recognition agent in biological systems, studies on lectins have intensified (Sharon, 2006). Although lectins are considered not to be produced by the immune system, the agglutination ability of lectins is similar to that of antibodies. Alongside being able to differentiate between different monosaccharides, lectins can also selectively bind to oligosaccharides by detecting minute variations in complex carbohydrate structures. They also diverge from carbohydrate modifying enzymes since they do not perform glycosyltransferase or glucosidase reactions. Lectins are present in all plant-based foods (Goldstein et al., 1980). Plant lectins are suggested to have serious and harmful effects as a result of raw consumption in both food and feed (Liener, 1986; Gupta, 2012).

Role of Lectins in Fish Immunity

Fish have a highly complex immune system divided into two categories: innate and adaptive immunity (Medzhitov and Janeway, 2000). Essentially, all jawed vertebrates including bony fish and cartilaginous fish, have developed an adaptive immune system containing memory cells (Hsu and Criscitiello, 2006; Hinds and Litman, 1986; Solem and Stenvik, 2006). On the other hand, the innate immune system relies on the cooperation of lymphocytes and humoral proteins to eradicate pathogens without immunological memory. In order to differentiate a self and a non-self molecule, the innate immune system needs the recognition of the "conserved pathogen-associated molecular patterns" (PAMPs) that are present on the surface of many microbes (Medzhitov and Janeway, 2000). This recognition process takes place through "pattern recognition receptors" (PRRs). When these receptors encounter PAMPs, they elicit the signal that causes the release of inflammatory mediators (Fujita, 2002; Nonaka and Azumi, 1999; Sekine et al., 2001; Kania et al., 2010).

Other innate immune molecules constitute the complement system. These molecules trigger a series of proteolysis processes that allow the assembly of protein complexes belonging to the immune system, leading to the destruction of the pathogen. The complement system exists in many organisms (Fujita, 2002; Nonaka and Azumi, 1999; Sekine et al., 2001). Evolutionarily oldest known components of this system are mannose-binding lectin-associated serine proteases (MASP), factor B, and C3 (Smith et al., 1996; Smith et al., 1998; Ji et al., 1997; Skjoedt et al., 2009). In most higher vertebrates, the complement system can be activated in three different ways: classical, alternative, and lectin activation pathway. The lectin activation pathway is initiated by the binding of ficolins or mannose-binding lectins (MBL) to PAMPs on the microorganism surface (Holmskov et al., 2003). After binding, the proenzymes of MBL-associated serine proteases (MASP1-3) cleavage into the C4 scavenging complex. As in the classical way, this situation causes the conversion of C4bC2a to C3, which leads to C3 accumulation on the surface of the microbe. This process increases opsonization through C3 receptors on the surface of phagocytes or leads to the assembly of the membrane attack complex (C5-C9) (Vorup-Jensen et al., 2000; Kania et al., 2010).

Lectins as Antibacterial Agents

The resistance of microorganisms to antimicrobial agents makes it difficult to treat and prevent infections. Recently, many studies have focused on natural components to treat or prevent diseases. Lectins are potent and natural antimicrobials that can bind to carbohydrates on microbial surfaces (Coelho et al., 2018). Carbohydrate recognition domain (CRD) binds specifically to carbohydrate molecules expressed on the pathogen, increasing opsonization and phagocytosis; subsequently accelerating the elimination of bacteria (da Silva et al., 2012). Another antibacterial effect of lectin occurs when it interacts with bacterial cell wall components, affecting the pore-forming ability of bacteria and damaging cell permeability. Its antifungal activity on the other hand is related to the binding property of lectin to chitin, causing the cessation of fatty acid synthesis in the cell wall of the fungus during growth or division, which eventually leads to the loss of integrity of the cell wall (Coelho et al., 2018). Lectins are also reported to show antiviral and anti-cancer activity (Zhou and Sun, 2015; Gondim et al., 2017). Lectins are generally classified according to their carbohydrate binding specificity, biological function, cellular location, and cation dependence (Russell et al., 2008).

Various studies have shown immunomodulatory action and antimicrobial activity of certain lectins from various animals and plants (Ferreira et al., 2011; Zhang et al., 2018). Moreover, many investigations have been conducted on the antibacterial properties of fish lectins (Table 2).

Table 2. Effects of fish lectins on certain bacteria species

Lectin type	Fish isolated	Bacteria	Effect	Reference
C-type	<i>Etrophus suratensis</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Agglutination and interfering with biofilm formation	Rubeena et al. (2019)
C-type	<i>Cynoglossus semilaevis</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Vibrio anguillarum</i> <i>Vibrio parahaemolyticus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Streptococcus agalactiae</i>	Antimicrobial activity	Huang et al. (2019)
C-type	<i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i> <i>Aeromonas hydrophila</i>	Agglutination and binding activity	Mu et al. (2017)
C-type	<i>Salmo salar</i>	<i>Vibrio anguillarum</i> <i>Aeromonas salmonicida</i>	Binding activity	Ewart et al. (1999)
GANL (Family not specified)	<i>Aristichthys nobilis</i>	<i>Vibrio harveyi</i>	Agglutination	Pan et al. (2010)
A peptide (QP13) from a Lily type lectin	<i>Channa striata</i>	<i>Vibrio harveyi</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Bacillus mycoides</i> <i>Micrococcus luteus</i> <i>Salmonella enterica</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	Antimicrobial activity	Arasu et al. (2017)
ComaSeL (Serum lectin)	<i>Colossoma macropomum</i>	<i>Edwardsiella tarda</i> <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Aeromonas sobria</i>	Antimicrobial activity	Maciel Carvalho et al. (2012)
C-type	<i>Anguilla japonica</i>	<i>Escherichia coli</i>	Agglutination	Tasumi et al. (2002)

To date, only a few studies have examined the *in vivo* effects of fish lectins. Zhou and Sun (2015) characterized a C-type lectin (CsCTL1) from tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*) and studied its antimicrobial effects. After characterization, they produced recombinant lectin (rCsCTL1) and administered the fish with *Vibrio anguillarum*, megalocytivirus, and lectin. Researchers found out that rCsCTL1 exhibited both antibacterial and antiviral effects. In a similar work, Sun et al. (2016) investigated the antibacterial activities of three novel B-type mannose-specific lectins of tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). They first cloned CsBML1, CsBML2, and CsBML3 protein genes from the fish and then produced recombinant versions. According to the results of their preliminary bacterial binding and agglutination assays, they administered the fish with *Vibrio harveyi* and recombinant lectins. It was concluded that two of the lectins examined reduced the bacterial infection significantly.

In both studies above, researchers administered the lectin by intraperitoneal injection as a single dose at the same time with bacteria or virus. We think there is a need for more studies to be conducted on fish where different administration routes are applied with different doses and duration to either prevent or treat the disease. Agglutinating, binding, and bactericidal effects of lectins suggest that lectins may be used for this purpose. In addition, by opsonizing pathogenic microorganisms, lectins can also enhance phagocytic activity when administered.

CONCLUSION

There are many studies on fish mucus, and mostly antimicrobial effects were observed in these studies. Of course, lectins and many other bioactive components in the content of mucus play a role in this effect. Using the lectin alone will give more reliable results scientifically. However, this process is very costly as it requires protein isolation. On the other hand, mucus can be obtained in large quantities from captured fish or can be procured from farmed fish without harming them. The use of mucus will therefore be more economical, yet one can argue that the scientific explanation of the effect will be nearly impossible. As a result, we conclude that both substances have the potential to be used as antibacterial agents and in-depth *in vivo* effects of them should be investigated.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS**Author contributions**

AYS designed the conception. YT conducted the literature review. Both authors contributed equally to writing of the manuscript.

Conflict of interest

Authors declare that they have no conflict of interest.

Animal welfare statement

No animals were used in this study.

Human rights statement

Official approval is not required for this type of study.

REFERENCES

- Ab Wahab, S. Z., Abdul Kadir, A., Nik Hussain, N. H., Omar, J., Yunus, R., Baie, S., ..., & Wan Yusoff, W. Z. (2015). The Effect of *Channa striatus* (Haruan) Extract on Pain and Wound Healing of Post-Lower Segment Caesarean Section Women. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: 1–6. <https://doi.org/10.1155/2015/849647>
- Alexander, J. B., & Ingrain, G. A. (1992). Non-cellular non-specific mechanisms in fish. *Annual Review of Fish Diseases*, 2: 249-79. [https://doi.org/10.1016/0959-8030\(92\)90066-7](https://doi.org/10.1016/0959-8030(92)90066-7)
- Arasu, A., Kumaresan, V., Palanisamy, R., Arasu, M. V., Al-Dhabi, N. A., Ganesh, M.-R., & Arockiaraj, J. (2017). Bacterial membrane binding and pore formation abilities of carbohydrate recognition domain of fish lectin. *Developmental & Comparative Immunology*, 67: 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2016.10.001>
- Asakawa, M. (1970). Histochemical studies of the mucus on the epidermis of eel, *Anguilla japonica*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 36: 83-87. <https://doi.org/10.2331/suisan.36.83>
- Bilen, S., Filogh, A. M. O., Ali, A. B., Kenanoğlu, O. N., & Zoral, M. A. (2020). Effect of common mallow (*Malva sylvestris*) dietary supplementation on growth performance, digestive enzyme activities, haematological and immune responses of common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture International*, 28: 73–84. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00444-9>
- Cetin, N., Suleyman, B., Kuyruklyildiz, U., Nalkiran, H. S., Kiran, A., Gencoglu, S., ..., & Suleyman, H. (2016). Investigation of mucus obtained from different fish species on the acute pain induced with scalpel incision in paw of rats. *Experimental Animals*, 65(1): 77–85. <https://doi.org/10.1538/expanim.15-0051>
- Coelho, L. C. B. B., dos Santos Silva, P. M., Oliveira, W. F., Moura, M. C., Pontual, E. V., Gomes, F. S., ..., & dos Santos Correia, M. T. (2018). Lectins as Antimicrobial Agents. *Journal of Applied Microbiology*, 125(5): 1238-1252. <https://doi.org/10.1111/jam.14055>
- da Silva, C. D. C., Coriolano, M. C., da Silva Lino, M. A., de Melo, C. M. L., de Souza Bezerra, R., de Carvalho, E. V. M. M., ..., & Coelho, L. C. B. B. (2012). Purification and characterization of a mannose recognition lectin from *Oreochromis niloticus* (Tilapia Fish): Cytokine production in mice splenocytes. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 166: 424-435. <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9438-1>
- Dan, X., Liu, W., & Ng, T. B. (2016). Development and applications of lectins as biological tools in biomedical research. *Medicinal Research Reviews*, 36(2): 221-247. <https://doi.org/10.1002/med.21363>
- Dash, S., Das, S. K., Samal, J., & Thatoi, H. N. (2018). Epidermal mucus, a major determinant in fish health: a review. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 19(2): 72-81. <https://doi.org/10.22099/ijvr.2018.4849>
- Del Rosario, M., De la Torre, H., Reyes, D., Noboa, A., Salazar, L., Marcillo, E., ..., & Munoz, M. (2012). Presence of Antimicrobial Activity in the Mucus of Chame Fish (*Dormitator latifrons*). *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 6(4): 1615-1622.
- Elbesthi, R. T. A., Yürüten Özdemir, K., Taştan, Y., Bilen, S., & Sönmez, A. Y. (2020). Effects of ribwort plantain (*Plantago lanceolata*) extract on blood parameters, immune response, antioxidant enzyme activities, and growth performance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry*, 46(4): 1295–1307. <https://doi.org/10.1007/s10695-020-00790-z>
- Elumalai, P., Rubeena, A. S., Arockiaraj, J., Wongpanya, R., Cammarata, M., Ringø, E., & Vaseeharan, B. (2019). The Role of Lectins in Finfish: A Review. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 27(2): 152-169. <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1520191>
- Ewart, K. V., Johnson, S. C., & Ross, N. W. (1999). Identification of a pathogen-binding lectin in salmon serum. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, 123(1): 9-15. [https://doi.org/10.1016/s0742-8413\(99\)00002-x](https://doi.org/10.1016/s0742-8413(99)00002-x)



- Ferreira, R. S., Napoleão, T. H., Santos, A. F. S., Sá, R. A., Carneiro-da-Cunha, M. G., Morais, M. M. C., ..., & Paiva, P. M. G. (2011). Coagulant and antibacterial activities of the water-soluble seed lectin from *Moringa oleifera*. *Letters in Applied Microbiology*, 53(2): 186-192. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765x.2011.03089.x>
- Fletcher, T. C., Jones, R., & Reid, L. (1976). Identification of glycoproteins in goblet cells of epidermis and gill of plaice (*Pleuronectes platessa* L.), flounder (*Platichthys flesus* (L.)) and rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson). *The Histochemical Journal*, 8: 597-608. <https://doi.org/10.1007/BF01003961>
- Fujita T. (2002). Evolution of the lectin-complement pathway and its role in innate immunity. *Nature Reviews Immunology*, 2(5): 346-53. <https://doi.org/10.1038/nri800>
- Fuochi, V., Li Volti, G., Camiolo, G., Tiralongo, F., Giallongo, C., Distefano, A., ..., & Tibullo, D. (2017). Antimicrobial and Anti-Proliferative Effects of Skin Mucus Derived from *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758). *Marine Drugs*, 15(11): 342. <https://doi.org/10.3390/md15110342>
- Goldstein, I. J., Hedges, R. C., Monsigny, M., Osawa, T., & Sharon, N. (1980) What should be called lectin? *Nature*, 285: 66. <https://doi.org/10.1038/285066b0>
- Gondim, A. C. S., Romero-Canelón, I., Sousa, E. H. S., Blindauer, C. A., Butler, J. S., Romero, M. J., ... Sadler, P. J. (2017). The potent anti-cancer activity of *Dioclea lasiocarpa* lectin. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 175: 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2017.07.011>
- Guardiola, F. A., Cuesta, A., Abellán, E., Meseguer, J., & Esteban, M. A. (2014). Comparative analysis of the humoral immunity of skin mucus from several marine teleost fish. *Fish & Shellfish Immunology*, 40(1): 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.06.018>
- Gupta, G. S. (2012). Lectins: An Overview. In: *Animal Lectins: Form, Function and Clinical Applications*. Springer, Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1065-2_1
- Harris, J. E., & Hunt, S. (1973). Epithelial mucins of the atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Biochemical Society Transactions*, 1: 153-155. <https://doi.org/10.1042/bst0010153>
- Hashim, O. H., Jayapalan, J. J., & Lee, C.-S. (2017). Lectins: an effective tool for screening of potential cancer biomarkers. *PeerJ*, 5: e3784. <https://doi.org/10.7717/peerj.3784>
- Hinds, K. R., & Litman, G. W. (1986). Major reorganization of immunoglobulin VH segmental elements during vertebrate evolution. *Nature*, 320(6062): 546-549. <https://doi.org/10.1038/320546a0>
- Hitit, M., Corum, O., Ozbek, M., Uney, K., Terzi, E., Arslan, G., & Sonmez, A. Y. (2020). Mucus from different fish species alleviates carrageenan-induced inflammatory paw edema in rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 10(10): 452-459. <https://doi.org/10.4103/2221-1691.290870>
- Holmskov, U., Thiel, S., & Jensenius, J. C. (2003). Collectins and ficolins: humoral lectins of the innate immune defense. *Annual Review of Immunology*, 21: 547-578. <https://doi.org/10.1146/annurev.immunol.21.120601.140954>
- Hsu, E., & Criscitiello, M. F. (2006). Diverse immunoglobulin light chain organizations in fish retain potential to revise B cell receptor specificities. *The Journal of Immunology*, 177: 2452-2462. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.177.4.2452>
- Huang, L., Bai, L., Chen, Y., Wang, Q., & Sha, Z. (2019). Identification, expression profile and analysis of the antimicrobial activity of collectin 11 (CL-11, CL-K1), a novel complement-associated pattern recognition molecule, in half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). *Fish & Shellfish Immunology*, 95: 679-687. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.10.058>
- Ji, X., Azumi, K., Sasaki, M., & Nonaka, M. (1997). Ancient origin of the complement lectin pathway revealed by molecular cloning of mannan binding protein-associated serine protease from a urochordate, the Japanese ascidian, *Halocynthia roretzi*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94: 6340-6345. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.12.6340>
- Kania, P. W., Sorensen, R. R., Koch, C., Brandt, J., Kliem, A., Vitved, L., ..., & Skjodt, K. (2010). Evolutionary conservation of mannan-binding lectin (MBL) in bony fish: identification, characterization and expression analysis of three bona fide collectin homologues of MBL in the rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Fish & Shellfish Immunology*, 29(6): 910-920. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2010.07.020>
- Kuppulakshmi, C., Prakash, M., Gunasekaran, G., Manimegalai, G., & Sarojini, S. (2008). Antibacterial properties of fish mucus from *Channa punctatus* and *Cirrhinus mrigala*. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 12: 149-153.
- Liener, I. E. (1986) Nutritional significance of lectins in the diet. In: Liener IE, Sharon N, Goldstein IJ (eds) *The Lectins: Properties, Functions and applications in Biology and Medicine*. Academic Press, New York, pp 527–547.

- Lirio, G. A. C., de Leon, J. A. A., & Villafuerte, A. G. (2019). Antimicrobial activity of epidermal mucus from top aquaculture fish species against medically-important pathogens. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 16(5): 329-340. <https://doi.org/10.48048/wjst.2019.6287>
- Maciel Carvalho, E. V. M., Bezerra, R. F., de Souza Bezerra, R., de Araújo, J. M., Guerra Santos, A. J., dos Santos Correia, M. T., & Coelho, L. C. B. B. (2012). Detection of the first lectin with antimicrobial activity present in serum of the Amazonian fish tambaqui *Colossoma macropomum*. *Fisheries Science*, 78: 879–887. <https://doi.org/10.1007/s12562-012-0505-5>
- Medzhitov, R., & Janeway Jr, C. (2000) Innate immune recognition: mechanisms and pathways. *Immunological Reviews*, 173: 89-97. <https://doi.org/10.1034/j.1600-065x.2000.917309.x>
- Michelle, N. Y. T., Shanthi, G., & Loqman, M. Y. (2004). Effect of orally administered *Channa striatus* extract against experimentally-induced osteoarthritis in rabbits. *The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 2(3): 171-175.
- Momoh, M. A., Mora, A. T., Ogbonna, J. D. N., & Agboke, A. A. (2014). *In vitro* evaluation of antimicrobial activity of cat fish slime mucin on selected micro-organisms by agar diffusion method. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(6): 1747-1751.
- Mu, L., Yin, X., Liu, J., Wu, L., Bian, X., Wang, Y., & Ye, J. (2017). Identification and characterization of a mannose-binding lectin from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 67: 244–253. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.06.016>
- Nguafack, T. T., Jang, W. J., Hasan, M. T., Choi, Y. H., Bai, S. C., Lee, E.-W., ..., & Kong, I.-S. (2020). Effects of dietary non-viable *Bacillus sp.* SJ-10, *Lactobacillus plantarum*, and their combination on growth, humoral and cellular immunity, and streptococcosis resistance in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Research in Veterinary Science*, 131: 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.026>
- Nonaka, M., & Azumi, K. (1999). Opsonic complement system of the solitary ascidian, *Halocynthia roretzi*. *Developmental & Comparative Immunology*, 23(4-5): 421-427. [https://doi.org/10.1016/S0145-305X\(99\)00021-X](https://doi.org/10.1016/S0145-305X(99)00021-X)
- Palaksha, K. J., Shin, G.-W., Kim, Y.-R., & Jung, T.-S. (2008). Evaluation of non-specific immune components from the skin mucus of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 24(4): 479–488. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.01.005>
- Palanikani, R., Chanthini, K. M.-P., Soranam, R., Thanigaivel, A., Karthi, S., Senthil-Nathan, S., & Murugesan, A. G. (2020). Efficacy of *Andrographis paniculata* supplements induce a non-specific immune system against the pathogenicity of *Aeromonas hydrophila* infection in indian major carp (*Labeo rohita*). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(19): 23420-23436. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05957-7>
- Pan, S., Tang, J., & Gu, X. (2010). Isolation and characterization of a novel fucose-binding lectin from the gill of bighead carp (*Aristichthys nobilis*). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 133(2-4): 154–164. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2009.07.015>
- Reverter, M., Tapissier-Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B., & Sasal, P. (2018). Biological and ecological roles of external fish mucus: a review. *Fishes*, 3(4): 41. <https://doi.org/10.3390/fishes3040041>
- Rubeena, A. S., Divya, M., Vaseeharan, B., Karthikeyan, S., Ringø, E., & Preetham, E. (2019). Antimicrobial and biochemical characterization of a C-type lectin isolated from pearl spot (*Etroplus suratensis*). *Fish & Shellfish Immunology*, 87: 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.12.070>
- Russell, S., Young, K. M., Smith, M., Hayes, M. A., & Lumsden, J. S. (2008). Identification, cloning and tissue localization of a rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) intelectin-like protein that binds bacteria and chitin. *Fish & Shellfish Immunology*, 25(1-2): 91-105. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2008.02.018>
- Sekine, H., Kenjo, A., Azumi, K., Ohi, G., Takahashi, M., Kasukawa, R., Ichikawa, N., Nakata, M., Mizuochi, T., Matsushita, M., Endo, Y., & Fujita, T. (2001). An ancient lectin-dependent complement system in an ascidian: novel lectin isolated from the plasma of the solitary ascidian, *Halocynthia roretzi*. *The Journal of Immunology*, 167(8): 4504-4510. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.167.8.4504>
- Sharon, N. (2006). Carbohydrates as future anti-adhesion drugs for infectious diseases. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1760(4): 527–537. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2005.12.008>
- Shephard, K. L. (1994). Functions for fish mucus. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4: 401-429. <https://doi.org/10.1007/BF00042888>
- Skjoedt, M. O., Palarasah, Y., Rasmussen, K., Vitved, L., Salomonsen, J., Kliem, A., Hansen, S., Koch, C., & Skjodt, K. (2010). Two mannose-binding lectin homologues and an MBL-associated serine protease are expressed in the gut epithelia of the urochordate species *Ciona intestinalis*. *Developmental & Comparative Immunology*, 34(1): 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2009.08.004>

- Smith, L. C., Chang, L., Britten, R. J., & Davidson, E. H. (1996). Sea urchin genes expressed in activated coelomocytes are identified by expressed sequence tags. Complement homologues and other putative immune response genes suggest immune system homology within the deuterostomes. *The Journal of Immunology*, 156(2): 593-602.
- Smith, L. C., Shih, C.-S., & Dachenhausen, S. G. (1998). Coelomocytes express SpBf, a homologue of factor B, the second component in the sea urchin complement system. *The Journal of Immunology*, 161(12): 6784-6793.
- Solem, S. T., & Stenvik, J. (2006). Antibody repertoire development in teleosts-a review with emphasis on salmonids and *Gadus morhua* L. *Developmental & Comparative Immunology*, 30(1-2): 57-76. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2005.06.007>
- Suhartono, E., Triawanti, Yunanto, A., Firdaus, R. T., & Iskandar. (2013). Chronic Cadmium Hepatooxidative in Rats: Treatment with Haruan Fish (*Channa striata*) Extract. *APCBEE Procedia*, 5: 441-445. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2013.05.076>
- Sun, Y.-Y., Liu, L., Li, J., & Sun, L. (2016). Three novel B-type mannose-specific lectins of *Cynoglossus semilaevis* possess varied antibacterial activities against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Developmental & Comparative Immunology*, 55: 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2015.10.003>
- Tasumi, S., Ohira, T., Kawazoe, I., Suetake, H., Suzuki, Y., & Aida, K. (2002). Primary Structure and Characteristics of a Lectin from Skin Mucus of the Japanese Eel *Anguilla japonica*. *Journal of Biological Chemistry*, 277(30): 27305-27311. <https://doi.org/10.1074/jbc.m202648200>
- Vorup-Jensen, T., Petersen, S. V., Hansen, A. G., Poulsen, K., Schwaeble, W., Sim, R. B., ..., & Jensenius, J. C. (2000). Distinct pathways of mannan-binding lectin (MBL)- and C1-complex autoactivation revealed by reconstitution of MBL with recombinant MBL-associated serine protease-2. *The Journal of Immunology*, 165(4): 2093-2100. <https://doi.org/10.4049/jimmunol.165.4.2093>
- Watkins, W. M., & Morgan, W. T. (1952). Neutralization of the anti-H agglutinin in eel serum by simple sugars. *Nature*, 169(4307): 825-826. <https://doi.org/10.1038/169825a0>
- Wei, O. Y., Xavier, R., & Marimuthu, K. (2010). Screening of antibacterial activity of mucus extract of snakehead fish, *Channa striatus* (Bloch). *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 14(8): 675-681.
- Zhang, X.-W., Man, X., Huang, X., Wang, Y., Song, Q.-S., Hui, K.-M., & Zhang, H.-W. (2018). Identification of a C-type lectin possessing both antibacterial and antiviral activities from red swamp crayfish. *Fish & Shellfish Immunology*, 77: 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.03.015>
- Zhou, Z.-J., & Sun, L. (2015). CsCTL1, a teleost C-type lectin that promotes antibacterial and antiviral immune defense in a manner that depends on the conserved EPN motif. *Developmental & Comparative Immunology*, 50(2): 69-77. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2015.01.007>



First Record of Mediterranean Flyingfish *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) (Teleostei: Exocoetidae) in Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey

Sezginer TUNÇER¹ , Hatice TORCU KOÇ^{2*} 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Science and Technology, Head of Marine Science and Limnology, Terzioğlu Campus, Çanakkale/Turkey

² University of Balıkesir, Faculty of Science and Arts, Department of Biology, Cagis Campus, Balıkesir/Turkey

*E-mail: htorcukoc@hotmail.com

Article Info

Received:
23/11/2020
Accepted:
26/12/2020

Keywords:

Cheilopogon heterurus
Morphometry
Mediterranean flying
fish
Saros Bay

Abstract

On 25th June, 2020, One female specimen was caught as discard in sardine fisheries from Saros Bay, northern Aegean Sea. Description of the species was carried out based on morphometric characteristics, using a digital caliper of 0.05 mm accuracy and digital balance of 0.01 g. This paper declares the northernmost extension range of an epipelagic species, *C. heterurus* in Aegean Sea. This report is the first observation for the location. Here, the morpho-meristic features of this species are given in detail.

Saroz Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) Uçan Balık *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) (Teleostei: Exocoetidae)'nin İlk Kaydı

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:
23/11/2020
Kabul Tarihi:
26/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Akdeniz uçan balığı
Cheilopogon
heterurus
Morfometri
Saroz Körfezi

Öz

25 Haziran 2020 tarihinde olgun bir dişi birey Saroz Körfezi'nden sardalya balıkçılığında ıskarta tür olarak yakalandı. Türün tanımlanmasında morfometrik ölçümler sırasıyla 0.05 mm hassasiyetli bir dijital kumpas ve 0.01 gr. hassasiyetli bir terazi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu makale bir epipelajik tür olan *C. heterurus*' un Ege Denizi'ndeki kuzeye doğru yayılışını genişlettiğini bildirmektedir. Bu rapor, lokalite için ilk gözlemdir. Burada, türün morfo-meristik özellikleri detaylı olarak verilmiştir.

Atf bilgisi/Cite as: Tunçer, S. & Torcu Koç, H., (2020). First Record of Mediterranean Flyingfish *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque, 1810) (Teleostei: Exocoetidae) in Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey. Menba Kastamonu University Faculty of Fisheries Journal, 6(2), 108-113.

INTRODUCTION

Exocoetidae family consists of 7 genera and 64 species, that two of them live in the Mediterranean. *Cheilopogon* sp. Family members are distinguished from other genera by having a dorsal fin clearly anterior to the anal fin origin. There are two species of *Cheilopogon* previously reported in the Mediterranean: *Cheilopogon exsiliens* (L.) and *Cheilopogon heterurus* (Rafinesque) (Parin, 1986; Bauchot, 1987; Smith, 1997; Quignard and Tomasini, 2000; Van der Land et al., 2001; Parin, 2002). Flying fishes are the most characteristic representatives of fish communities of the epipelagic ocean. *C. heterurus* is also a marine, epi-pelagic and coastal fish species which distributes from eastern Atlantic to western Atlantic: around Bermuda and Gibraltar

and western Mediterranean, eastern Indian Ocean: Australia (Parin, 1986; Bauchot, 1987; Gomon et al., 1994; Randall, 1995; Smith, 1997; Muus and Nielsen, 1999; Bradai, 2000; Bradai et al., 2004; Saveliev et al., 2014). It can fly over long distances. The fish feeds on zooplankton, small invertebrates, and fish larvae (Lewis et al., 1962; Lipskaya, 1987; Masuda and Allen, 1993; Van Noord et al., 2013). As inhabiting the surface layers of the epipelagic zone, it becomes an important component in the diet of predatory fishes, squids, seabirds, and dolphins (Parin 1970). Cervigón and Fischer (1979) and Maigret and Ly (1986) mention that the species commonly measures to 15 cm in total length but might grow as big as 40 cm (total length). Spawning occurs in schools during summer (Parin, 1986; Muus and Nielsen, 1999; Casazza et al., 2005). Mediterranean flyingfish is observed rarely along the Mediterranean Sea and Turkish Coasts (Bradai et al., 2004; Golani, 2005; Lipej and Dulčić, 2010; Bilecenoğlu et al., 2014; Capapé et al. 2016). Bilecenoğlu et al. (2014) mentioned *C. heterurus* in Turkish Seas but, they did not give any morphometric and meristic characters of the species. Since only one record of the species has been reported with some morphometric characters in the eastern Mediterranean of Turkey (Mahmutlar, Alanya), suggesting that the species is rare and occasionally captured in the area (Shakhovskoy and Malikova, 2018), its single and rare occurrence does not support the statement that an established population is locally settled.

There is also a little knowledge about the biology and ecology of the species, thus, further studies are required to monitor the population dynamics of this northward expanding species through the northern parts of the Mediterranean Basin.

The aim of this study is to discuss the distribution of the species in the northern Aegean Sea.

MATERIAL and METHOD

One female specimen (232 mm TL, 80 g.) was caught by-catch in sardine fishing with gill net of 35 mm mesh size from Saros Bay (40°22'11"N, 26°19'16"E). Saros Bay is an inlet of the northern Aegean Sea located in north of the Gallipoli Peninsula in northwestern Turkey. The bay is mentioned for the first time by Lacombe *et al.* (1958) in Pazi (2008) as an area where deep waters can be formed and ventilates the deeper layers of the north Aegean and especially the Lemnos Basin. It is roughly "V" shaped; its length is about 61 km, reaching a depth of 700 m. In the most of the year, the bay is under the influence of northerly winds which cause upwelling over the area (Tokat and Sayın, 2007). As bottom trawl fishing Saros Bay has been banned in Saros Bay since 2000, the bay can be considered as a unspoilt environment (Cengiz et al., 2011).

C. heterurus was brought for an accurate identification to the laboratory (Figure 1). The sample was identified at species level according to FishBase (Parin, 1986; Bauchot, 1987; Randall, 1995). For exocetid species, morphometric measurements and meristic counts of the specimen were carried out according to Parin (1986) and Capapé et al. (2016). One specimen was measured using a digital caliper of 0.05 mm accuracy and digital balance of 0.01 g.

After the meristic features were counted under a stereomicroscope having $\times 20$ magnifications, the material was photographed, dissected, fixed in 10% buffered formaldehyde, subsequently preserved in 70% ethanol and then stored in the collections of the Piri Reis Marine Museum, University of Çanakkale.



Figure 1. A female *Cheilopogon heterurus* specimen (24.0 cm TL) captured in Saros Bay, the northern Aegean Sea (Original photo by Tunçer)

RESULTS and DISCUSSION

Specimen was identified as follows: body elongated almost round in cross-section, ventrally flattened, lower jaw not prolonged, upper jaw rounded, teeth small, no palatine teeth, dorsal and anal fin posterior in position, with bases opposite, but anal shorter than dorsal, long pectoral fins, pelvic fins large and in rear position, on the tail, caudal fin forked, lower lobe much longer than upper lobe, dorsal surface blue, belly silvery, dorsal fin grey without spot, pectoral fins greyish with narrow pale posterior margin, caudal fin lobes pigmented. The specimen from Turkey waters almost completely coincides by its characters with the description of *C. heterurus* published by Parin and Belyanina (2000) and Shakhovskoy and Malikova (2018). Total length and weight of this specimen were measured as 28.50 cm and 400 g., respectively. Some morphometric and meristic characters of Mediterranean flying fish are given in Table 1, and colour recorded from the present specimen are in agreement

with Parin (1986), Parin and Belyanina (2000), Louisy (2002), Quéro et al. (2003), Capapé et al. (2016), Shakhovskoy and Malikova (2018), except for dorsal fin rays. This capture confirms the northernmost extension distribution of *C. heterurus* in the Aegean Sea of Turkey.

Of the 9 exocetid species known to date in the Mediterranean Sea (Parin, 1986; Parin, 1996; Parin and Belyanina, 2000; Ben Souissi et al., 2004; Capapé et al., 2016), *C. heterurus* was recorded in the Turkish waters (Bilecenoğlu et al., 2014) with *Hirundichthys rondeletii* (Valenciennes, 1846) and *Parexocoetus mento* (Valenciennes, 1846).

Previously, all of them are also recorded as rare species in Tunisian Waters, Aegean Sea and Levantine Sea (Bradai et al., 2004; Bilecenoğlu et al., 2014). Parin (1986), Louisy (2002), and Capapé et al. (2016) noted that the occurrence of remains doubtful throughout the Mediterranean, while Smith (1997) and Capapé et al. (2016), and Shakhovskoy and Malikova (2018) noted that *C. heterurus* is rather rare in the western Mediterranean. Following Bilecenoğlu et al. (2014), *H. rondeletii* and *Parexocoetus mento* were recorded from Aegean Sea and Levantine Sea as a rare species which is similar to occurrence of *C. heterurus*. Although *C. heterurus* is mentioned to be rare in Mediterranean Sea (Parin, 1986, 1996; Smith, 1997; Louisy (2002), *C. heterurus* appears to be probably the single exocetid species successfully established in the Mediterranean Sea (Capapé et al., 2016).

Monitoring of distribution of this species, may give some information to show possible changes on the Mediterranean marine ecosystems and to form stable populations outside its own region such as northern Aegean Sea.

Table 1. Morphometric (mm) and meristic features of Mediterranean flyingfish, *Cheilopogon heterurus* specimen captured from Saros Bay on 25th June, 2020.

References	Capapé et al. (2016)			Shakhovskoy and Malikova (2018)		Present study*
N	1	2	3	1		1
Total length (TL)	231	380	400	-		232
Fork length (FL)	185	315	320	-		194
Standard length (SL)	177	305	311	207		190
Snout length	8	15	16	-		2
Head length (HL)	37	60	61	-		35
Body depth (BD)	29	68	66	-		25
Prepectoral length (PPL)	36	65	63	-		40
Predorsal length (PDL)	123	210	214	-		132
Preanal length (PAL)	137	240	244	-		50
Length of pectoral fin	121	213	216	-		132
Length of pelvic fin	68	95	96	-		50
Length of anal fin	13	21	22	-		17
Length of dorsal fin	19	40	42	-		19
Interorbital length (IOL)	17	27	26	-		16
Eye diameter (ED)	12	22	23	-		14
D	13	12	12	14		11
A	9	9	9	10		11
V	6	6	6			6.0
P	16	15	15	I+14		I+15
Predorsal scales	24	24	-	33		32

Table 1. Morphometric (mm) and meristic features of Mediterranean flyingfish, *Cheilopogon heterurus* specimen captured from Saros Bay on 25th June, 2020. (*Continue*)

Lateral line				8	8
Weight (g.)	89	396	377	317	400
Weight of gonad (g.)	-	-	-	-	6.76

CONCLUSIONS

In conclusion, global heating of seas is an important factor that leads the reconstruction of the Mediterranean marine biodiversity and an settlements of fish populations (Bianchi and Morri, 2004; Lejeune et al., 2010) Although the presence of *C. heterurus* does not clearly indicate that there is an established population in the northern Aegean coast of Turkey, its distribution into the area is not a single event and ongoing process and might be observed in different sections of the northern Aegean Sea in the future.

Unfortunately, there is also a little knowledge about the species biology and ecology, thus, further studies are required to track the population dynamics of this northward expanding species through the northern parts of the Mediterranean basin with certain oceanographic characteristics (temperature, dissolved oxygen, salinity, surface circulation, water masses, and biological productivity) (Shakhovskoy, 2018).

According to the IUCN Red List, *C. heterurus* is in (LC) Least Concern group (Collett et al., 2015). Although it is not targeted by fishing gear or fishing technique, and is rarely recorded by the commercial fishing industry (Moravec and Garibaldi, 2003), however, with regard to its attractive appearance and harmless, *C. heterurus* has a potential interest of fisheries in general (Fisher et al., 1987). It is also placed in the epipelagic food chain where it is the preferred prey of predators such as *Coryphaena hippurus*, *Thunnus thynnus*, and *Prionace glauca* (Parin, 1970; Massutí et al., 1998; Araújo and Chellappa, 2002; Uygun and Hoşsucu, 2018) as a member of flyingfishes. Moreover, pelagic seabirds from family Laridae, squids, and dolphins are also known to feed on flyingfish (Parin, 1970; Pinkas et al., 1971; Hensley and Hensley, 1995; Massuti et al., 1998).

Besides, it is important for diversity of Saros Bay ichthyofauna. The effective presence of *C. heterurus* in the Saros Bay might be monitored to check the establishment of the Mediterranean flying fish in the area continuously and thus, to understand it's the biology and ecology of the species in the locality.

COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

a) Authors' contributions: Author ST sampled the species, described its morphometric characters and photographed the specimen, HTK wrote the text and formed the table. All of the authors read the final position of the text and confirmed it.

b) Conflict of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

c) Ethical approval: All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed.

REFERENCES

- Araújo, A. S. & Chellappa, S. (2002). Estratégias reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Günther (Osteichthyes, Exocoetidae). *Revista Braselia de Zoologia*, 19(3): 691-703.
- Bauchot, M. L. (1987). Poissons osseux. pp. 891-1421. In Fischer, W., M.L. Bauchot, M.L., Schneider, M. (Ed.) Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche, (rev.1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37, 2nd ed. Commission des Communautés Européennes, Rome, FAO.
- Ben Souissi, J., Zaouali, J., Bradai, M. N. & Quignard, J. P. (2004). Lessepsian migrant fishes off the coast of Tunisia. First record of *Fistularia commersonii* and *Parexocoetus mento*. *Vie et Milieu*, 54: 247-248.
- Bianchi, C. N. & Morri, C. (2004). Climate change and biological response in Mediterranean Sea ecosystems—a need for broad-scale and long-term research. *Ocean Challenge*, 13(2), 32-36.
- Bilecenoğlu, M., Kaya, M., Cihangir, B. & Çiçek, E. (2014). An updated checklist of the marine fishes of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38: 901-929.
- Bradai, M. N. (2000). Diversité du peuplement ichtyque et contribution à la connaissance des sparides du golfe de Gabe's. Ph.D. Thesis. Sfax University, Tunisia.
- Bradai, M. N., Quignard, J. P., Bouain, A., Jarboui, O., Quannes-Ghorbel, A., Ben Abdallah L., Zaouali, J. & Ben Salem, S. (2004). Ichtyofaune autochtone et exotique des côtes tunisiennes: recensement et biogéographie. *Cybiu*, 28(4): 315-328.
- Capapé, C., Ben Amor, M. M., Rafrafi-Nouira, S. & Reynaud, C. (2016). Additional Records and confirmed occurrence of Mediterranean flyingfish *Cheilopogon heterurus* (Osteichthyes: Exocoetidae) from the coast of Tunisia (central Mediterranean). *Thalassia Salentina*, 38: 7-13.

- Casazza, T. L., Ross, S. W., Necaie, A. M. & Sulak, K. J. (2005). Reproduction and mating behavior of the Atlantic flyingfish, *Cheilopogon melanurus* (Exocoetidae), off North Carolina. *Bulletin of Marine Science*, 77: 363-376.
- Cengiz, Ö., İşmen, A., Özekinci, U. & Öztekin, A. (2011). An investigation on fish fauna of Saros Bay (Northern Aegean Sea). *AKU-Journal of Sciences*, 11: 31-37.
- Cervigón, F. & Fischer, W. (1979). INFOPESCA. Catálogo de especies marinas de interes economico actual o potencial para América Latina. Parte 1. Atlántico centro y suroccidental. FAO/UNDP, SIC/79/1, FAO, Rome, 372 p.
- Collette, B., Singh-Renton, S., Robertson, R., Marechal, J., Oxenford, H., Dooley, J., Aiken, K. A., Carpenter, K. E., Pina Amargos, F. & Kishore, R. (2015). *Cheilopogon heterurus*. The IUCN Red List of Threatened Species: <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.20154.RLTS.T198576A15548597>.
- Fischer, W., Schneider, M. & Bauchot, M. L. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, Méditerranée et Mer Noire, Zone de pêche 37(2). FAO, CEE, Rome, 1530 p.
- Golani, D. (2005). Check-list of the Mediterranean Fishes of Israel. *Zootaxa*, (947): 1 200.
- Gomon, M. F., Glover, C. J. M. & Kuitert, R. H. (Eds.) (1994). The fishes of Australia's south coast. Adelaide, State Print. 992p.
- Hensley, V. I. & Hensley, D. A. (1995). Fishes eaten by sooty terns and brown noddies in the Dry Tortugas, Florida. *Bulletin of Marine Science*, 56: 813- 821.
- Lacombe, H., Tchernia, P. and Benoist, G. 1958. Contribution à l'étude hydrologique de la Mer Egée en period d' été. *Bulletin d' Information COEC*, 8: 454-468.
- Lejeusne, C., Chevaldonné, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C. F. & Pérez, T. (2010). Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in ecology & evolution*, 25(4): 250-260.
- Lewis, J. B., Brundritt, J. K. & Fish, A. G. (1962). The biology of the flyingfish *Hirundichthys affinis* (Günther). *Bulletin of Marine Science*, 12: 73-94
- Lipej, L. & Dulčić, J. (2010). Checklist of the Adriatic Sea fishes. *Zootaxa*, (2859): 1-92.
- Lipskaya, N. Y. (1987). Feeding of flyingfish (Exocoetidae) larvae and fingerlings in the region of the Peruvian upwelling. *Journal of Ichthyology*, 27(3): 108-116.
- Lloris, D. & Rucabado, J. (1998). Guide FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Guide d'Identification des Ressources Marines Vivantes du Maroc. Rome, FAO. 263 p.
- Louisy, P. (2002). Guide d'identification des poissons marins Europe et Méditerranée. Ulmer édition: Paris, 430p.
- Maigret, J. & Ly, B. (1986). Les poissons de mer de Mauritanie. Science National Compiègne. 213p.
- Massutí, E., Deudero, S., Pilar Sánchez, P. & Morales-Nin, B. (1998). Diet and feeding of Dolphin (*Coryphaena hippurus*) in Western Mediterranean Waters. *Bulletin of Marine Science*, 63(2): 329–341.
- Masuda, H. & Allen, G. R. (1993). Meeresfische der Welt-Groß-Indopazifische Region. Tetra Verlag, Herrenteich, Melle, 528 p.
- Moravec, F. & Garibaldi, F. (2003). First record of *Huffmanella schouteni* (Nematoda: Trichosomoididae), a histozoic parasite of flyingfishes, in Europe. *Diseases of Aquatic Organisms*, 57: 173-175.
- Muus, B. J. & J.G. Nielsen, J.G. (1999). Sea fish. Scandinavian Fishing Year Book, Hedeusene, Denmark. 340 p.
- Parin, N.V. (1970). Distribution of flying fishes in the World Ocean. *Priroda*, 5: 25-30. (In Russian).
- Parin, N.V. (1986). Exocoetidae. pp. 612-619. In Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E. (Eds.). Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, 2.
- Parin, N. V. (1996). On the species composition of flying fishes (Exocoetidae) in the west-central part of tropical Pacific. *Journal of Ichthyology*, 36: 357-364.
- Parin, N. V. (2002). Exocoetidae, pp.1116-1134. In: Carpenter, K. E (Ed.). The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. volume 2. Bony Fishes. part 1, FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, no. 5. Rome, Italy: FAO.
- Parin N. V. & Belyanina T. N. (2000). Comparative description of two close Atlantic flying fish species-*Cheilopogon heterurus* and *Ch. melanurus* (Exocoetidae). *Voprosy Ikhtiologii*, 40(2): 149-165 [In Russian, English translation in Journal of Ichthyology, 40 (3): 213-229].
- Pazi, I. 2008. Water mass properties and chemical characteristics in the Saros Gulf, Northeast Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 74(1-2): 698-710.

- Pinkas, L., Oliphant, M. S. & Iverson, L. K. (1971). Food habits of albacore. Bluefin tuna. and bonito in California waters. California Department of Fisheries Game, *Fish Bulletin*, 15: K4p.
- Quero J. C., Porch É. P. & Vayne J. J. (2003). Guide des poissons de l'Atlantique européen. Les Guides du naturaliste. Delachaux and Niestlé: Lonay (Switzerland)- Paris, 465p.
- Quignard, J.P. & Tomasini, J. A. (2000). Mediterranean fish biodiversity. *Biologia Marina Mediterranea*, 7: 1–66.
- Randall, J.E. (1995). Coastal fishes of Oman. Honolulu, Hawaii: University of Hawaii Press. 439p.
- Saveliev, P. A., Kolpakov, E. V. & Semenchenko, A. A. (2014). The first capture of the flying fish *Cypselurus hiraii* Abe, 1953 (Belontiiformes: Exocoetidae) in waters of Northern Primorye, Sea of Japan. *Russian Journal of Marine Biology*, 40(5): 405–406.
- Shakhovskoy, I. B. (2018). Specific features of distribution in the World Ocean of some flying fishes of the genera *Exocoetus*, *Hirundichthys* and *Cypselurus* (Exocoetidae). *FishTaxa*, 3(4): 40-80.
- Shakhovskoy, I.B. & Malikova, D.Y. (2018). New occurrences of flying fishes *Cheilopogon melanurus* and *C. heterurus* (Exocoetidae) in the North Central Atlantic and Eastern Part of the Mediterranean Sea. *Journal of Ichthyology*, 58(2): 255-259.
- Smith, C. L. (1997). National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, Inc., New York, 720p.
- Tokat, E. & Sayın, E. (2007). Water masses influencing the hydrographic properties of Saros Bay. *Rapport Committee International Mer Mediterranean*, 38: 205.
- Uygun, O. & Hoşsucu, B. (2018). The first record of the eggs of black wing flyingfish *Hirundichthys rondeletii* (Valenciennes, 1846) in the Turkish nearshores of the Aegean Sea (Gümüldür). *Turkish Journal of Zoology*, 42: 121-125
- Van Noord, J. E., Lewallen, E. A. & Pitman, R. L. (2013). Flyingfish feeding ecology in the eastern Pacific: prey partitioning within a speciose epipelagic community. *Journal of Fish Biology*, 83: 326-342.