



# ACTA NATURA ET SCIENTIA

**VOLUME: 1 ISSUE: 1 YEAR: 2020**



**e-ISSN: 2718-0638**

***www.actanatsci.com***

**Editor-in-Chief**

Musa Bulut

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey***Executive Editor**

Semih Kale

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey***Co-Editors**

Sefa Acarlı

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Selçuk Berber

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey***Associate Editors**

Deniz Acarlı

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Bayram Kızılkaya

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey***Statistics Editor**

Burcu Mestav

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey***Foreign Language Editor**

Baboo Ali

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Merve Nihal Tan

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey***Editorial Board**

Adem Yavuz Sönmez

*Kastamonu University, Turkey*

Ali Kara

*Ege University, Turkey*

Ali Kırtık

*Ege University, Turkey*

Alper Doğan

*Ege University, Turkey*

Altan Lök

*Ege University, Turkey*

Arya Vazirzadeh

*Shiraz University, Iran*

Aydın Demirci

*İskenderun Technical University, Turkey*

Aynur Lök

*Ege University, Turkey*

Aysun Küçükdermenci

*Ege University, Turkey*

Aytaç Özgül

*Ege University, Turkey*

Bahar Bayhan

*Ege University, Turkey*

Bilge Karahan

*Ege University, Turkey*

Celalettin Aydın

*Ege University, Turkey*

Emel Özcan Gökçek

*Ege University, Turkey*

Emrah Şimşek

*İskenderun Technical University, Turkey*

Fırat Alatürk

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Halit Filiz

*Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey*

Hülya Sayğı

*Ege University, Turkey*

Hüncar Ayni Duyar

*Sinop University, Turkey*

Hüseyin Özbilgin

*Mersin University, Turkey*

Katsuyuki Hamasaki

*Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato-ku, Japan*

László Ardó

*HAKI Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, Szarvas, Hungary*

Lotfi Bensahla-Talet

*Université d'Oran1, Oran, Algeria*

Muharrem Hakan Kaykaç

*Ege University, Turkey*

Murat Özbek

*Ege University, Turkey*

Nejdet Gültepe

*Atatürk University, Turkey*

Pervin Vural

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Pınar Çelik

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Rıza Temizkan

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Turkey*

Robert Stéphane

*Ifremer (Retired), La Tremblade, France*

Salim Heddad

*Université 20 Août 1955-Skikda, Algeria*

Savaş Canbulat

*Kastamonu University, Turkey*

Shegeki Dan

*Tokyo University of Marine Science and Technology, Minato-ku, Japan*

Subodha Kumar Karna

*ICAR - Indian Institute of Water Management, Bhubaneswar, India*

Telat Yanık

*Atatürk University, Turkey*

Tevfik Ceyhan

*Ege University, Turkey*

Walter Leal Filho

*Hamburg University of Applied Sciences, Germany*

Yasemin Öner

*Bursa Uludağ University, Turkey*

Yılmaz Emre

*Akdeniz University, Turkey*

*Acta Natura et Scientia* is open access and international peer-reviewed scientific journal that publishes high-quality papers in all aspects of nature and science throughout the world.

The aim of *Acta Natura et Scientia* is to contribute to the scientific literature by publishing the finest peer-reviewed researches in all aspects of nature and science depending upon their importance, originality, timeliness, interdisciplinary interests, and significant conclusions.

The publication languages of the journal are English and Turkish.

The journal accepts *Original Research Paper, Short Communication, Review, Case Report* in all aspects of nature and science.

The journal publishes 2 issues per year in June and December.

The double-blind peer-review process is maintained during the review processes.

More detail about *Aim & Scope* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1614/aim-scope>

### AUTHOR GUIDELINES

More detail about *Author Guidelines* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1615/author-guidelines>

### REVIEWER GUIDELINES

More detail about *Reviewer Guidelines* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1616/reviewer-guidelines>

Reviewers and the relevant committee members can verify the reviewer certificate by entering the certificate code on this page: <https://actanatsci.ejournal.gen.tr/certificate>

### REVIEW POLICY AND REVIEW PROCESS

More detail about *Review Policy and Review Process* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1620/review-process>

### FORMAT-FREE SUBMISSION POLICY

More detail about *Format-Free Submission Policy* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1617/format-free-submission-policy>

### OPEN ACCESS POLICY

More detail about *Open Access Policy* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1618/open-access-policy>

### PUBLICATION ETHICS AND MALPRACTICE STATEMENT

More detail about *Publication Ethics and Malpractice Statement* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/en/sayfa/1619/publication-ethics-and-malpractice-statement>

### LICENSE

All published works are licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



Authors are free to share, copy and redistribute the material in any medium or format.

### OPEN ARCHIVES INITIATIVE

More detail about *Open Archives Initiative* of the journal can be found at <http://actanatsci.com/oa>

### JOURNAL METRICS

More detail about *Journal Metrics* of the journal can be found at [http://actanatsci.com/dergi\\_metric](http://actanatsci.com/dergi_metric)

### INDEXING

*Acta Natura et Scientia* is indexed by "Crossref, Scilit, Index Copernicus, WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine (BASE), OpenAIRE Explore, Index Medicine, ROAD-Directory of Open Access Scholarly Resources, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Academic Resource Index-ResearchBib, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Root Indexing, International Services for Impact Factor and Indexing (ISIFI), InfoBase Index, International Institute of Organized Research (I2OR), Cosmos, General Impact Factor, Scientific Journal Impact Factor (SJIF), ASOS Indeks, Google Scholar, Scientific Journal Impact Factor, EuroPub, International Scientific Indexing (ISI), Advanced Sciences Index, SciMatic.



T A B L E O F C O N T E N T S

RESEARCH ARTICLES

<b>Some Deep-Sea Cephalopods from the Northeastern Mediterranean Sea (Mersin Bay, Turkey)</b> <i>Nuray Çiftçi, Moez Shaiek, Deniz Ayas</i>	1-5
<b>Determination of Protein and Fat Amounts in Dried Apple and Pear Chips</b> <i>Okan Erken, Bayram Kızılkaya, Aytaç Altın, Hakan Ayyıldız</i>	6-11
<b>Seasonal Changes in the Lipid and Fatty Acid Profile of <i>Pomadasys stridens</i> (Forsskål, 1775) Caught from Mersin Bay</b> <i>Mısra Bakan, Nuray Çiftçi, Deniz Ayas</i>	12-23
<b>The Effect of Different Ground Materials on the Survival Rate of <i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774) under Light/Dark Photoperiod Conditions and Mineral Matter Composition</b> <i>Pınar Çelik</i>	24-35
<b>First Report of Albinism in Turkish Crayfish <i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823) (Crustacea, Decapoda, Astacidae)</b> <i>Semih Kale, Selçuk Berber, Deniz Acarlı, Tekin Demirkıran, Pervin Vural, Sefa Acarlı, Bayram Kızılkaya, Evren Tan</i>	36-42
<b>Seafood Consumption Preferences of University Student and Factors Affecting Preferences: The Case of Mersin University</b> <i>Musavver Alageyik, Nuray Çiftçi, Deniz Ayas</i>	43-55
<b>Investigation of the Effect of Lead Adsorption on Surface Modified Fish Bones</b> <i>Bayram Kızılkaya, Evren Tan</i>	56-60
<b>The Northernmost Confirmation of the Occurrence of Parrotfish (<i>Sparisoma cretense</i> Linnaeus, 1758) in the Eastern Mediterranean With Its First Record From Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey)</b> <i>Özgür Cengiz, Şenol Paruğ</i>	61-68
<b>Determination of Artificial Incubation Time of Some Malawi Cichlid Species Incubating in the Mouth (<i>Iodotropheus sprengerae</i>, <i>Cyrtocara moorii</i>, <i>Maylandia estherae</i>, <i>Labidochromis caeruleus</i>) Eggs</b> <i>Pınar Çelik, Bahadır Rifat Yalçın</i>	69-81
<b>Meat Yield and Length-Weight Relationship of Freshwater Crayfish, <i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823) in Nine Different Inland Waters in Turkey</b> <i>Selçuk Berber, Süleyman Akhan, Yusuf Bektaş, Gökhan Kalaycı</i>	82-95
<b>The Maximum Length Record of the White Seabream (<i>Diplodus sargus</i> Linnaeus, 1758) for the Aegean Sea</b> <i>Şenol Paruğ, Özgür Cengiz</i>	96-108
<b>Mass Mortality Report of Critically Endangered Fan Mussel (<i>Pinna nobilis</i>, Linnaeus 1758) from Cunda Island, Ayvalık (Aegean Sea, Turkey)</b> <i>Deniz Acarlı, Sefa Acarlı, Ahmet Öktener</i>	109-117



## Some Deep-Sea Cephalopods from the Northeastern Mediterranean Sea (Mersin Bay, Turkey)

Nuray Çiftçi<sup>1</sup>  • Moez Shaiek<sup>2,3</sup>  • Deniz Ayas<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Mersin University, Faculty of Fisheries, Mersin, Turkey. nciftci@mersin.edu.tr; ayasdeniz@mersin.edu.tr

<sup>2</sup> Unité de recherche "Exploitation des milieux aquatiques" (UR14AGRO1), Institut Supérieur de Pêche et d'Aquaculture de Bizerte, BP15Rimel 7080 Menzel Jemil Bizerte, Tunisia. shaiekmoez@yahoo.fr

<sup>3</sup> Association Méditerranée Action-Nature (MAN, NGO), 1 rue d'Istanbul, 7000 Bizerte-Tunisia

✉ Corresponding Author: nciftci@mersin.edu.tr

### Please cite this paper as follows:

Çiftçi, N., Shaiek, M., Ayas, D. (2020). Some Deep-Sea Cephalopods from the Northeastern Mediterranean Sea (Mersin Bay, Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 1-5.

## ARTICLE INFO



Received: 13.08.2020

Accepted: 13.10.2020

### Keywords

Deep-sea  
Cephalopods  
International Waters  
Mersin Bay  
Turkey

## ABSTRACT

Deep-sea sampling was conducted by a commercial trawl in the International Waters of Mersin Bay between 14 and 17 May 2018. The sampling depth ranged between 274 and 641 meters. A total of 13 trawling operations were performed, and each trawling operation lasted approximately 4 hours. During the sampling, six of the deep-sea cephalopods species were caught. All specimens were preserved in ethyl alcohol and were deposited in the Museum of the Systematic, Faculty of Fisheries, Mersin University (Catalog no: MEUCC-18-11-2- MEUCC-18-11-7). A total of two cuttlefish species belonging to the families of Sepiidae were identified. The others were represented by the families of Sepiolidae, Octopodidae, Bathypolypodidae, and Ommastrephidae.

## INTRODUCTION

Although deep seas cover over 65% of the earth's surface and more than 95% of the biosphere, there remains a region where scientific research carried out is minimal (Danovaro et al., 2010). Cephalopods live in

deep waters of the oceans (Voss, 1967) and inhabit abundantly in the seamounts and continental slopes. They are also reported to live in hydrothermal vents with extreme environmental conditions where oxygen is minimal, and light is limited (Roper & Young, 1975; Roeleveld et al., 1992; Voight, 2000;

Clarke, 2008; Ramirez-Llodra et al., 2010; Gilly et al., 2013; Hoving et al., 2014). There is limited information about cephalopod species living in bathyal and abyssal ecosystems due to sampling difficulty.

Since Levant Basin is an enclosed system and has oligotrophic water, specific diversity is 30% less (Por & Dimentman, 1987). However, the biodiversity of the Levant basin is continuously changing with Lessepsian migration. The Mediterranean cephalopods are represented by 66 species, which have been inventoried on the Mediterranean Sea since 1893 (Sanchez, 2009), 50 of them were reported in the Catalan Sea (Bello, 2004). The studies on cephalopods were mostly performed in the Western Mediterranean region. The first studies in Levant Basin were reported by Degner (1925), Adam (1967), Ruby & Knudsen (1972), Roper (1974), Knudsen (1981, 1992), and Popper et al. (1990). Studies on the cephalopods were carried out in detail in the Aegean Sea by D'Onghia et al. (1991) and Salman et al. (1997). As the main result of these studies, D'Onghia et al. (1991) have recorded 26 species, Salman et al. (1997) 30 species (belonging to 3 orders), Lefkaditou et al. (2003a) 34 species (belonging to 12 families). The other study reported 11 species from the Marmara Sea, 34 species from the Aegean Sea, and 24 species from the Mediterranean Sea. It was also reported that the Eastern Mediterranean cephalopod fauna consisted of 51 species in the same study (Salman et al., 2002).

More specifically, *Scaevurgus unicirrhus* is a species with records from different parts of the Mediterranean Sea (Degner, 1925; Berry, 1920, 1934; Bello, 2004; Salman, 2012; Haimovici & Perez, 1991; Mangold, 1998; Norman et al., 2005). *Sepia orbignyana* was recorded from Northwestern Mediterranean (Sanchez et al., 1998), Balearic Island (Sanchez, 2009), Marmara Sea (Katagan et al., 1993), and Aegean Sea (Salman et al., 1997). This species is vital in terms of fishing and represents a wide distribution in the Aegean Sea at a ranged depth between 0 to 500 m (Salman et al., 1997). *Sepia elegans* was firstly studied by Girard (1893) in the Mediterranean Sea (Sanchez, 2009). It was reported that the species has a sizeable bathymetric distribution up to 500 m depth in the Aegean Sea (Salman et al., 1997). Additionally, *S. elegans* were more abundant in the Catalan Sea in the spring and the Tyrrhenian Sea during autumn (Sanchez et al., 1998). According to Sanchez (2009), *Rossia macrosoma* and *Todarodes sagittatus* have been reported from Balearic Island by Lozano-Rey (1905) as new records. These species have also been recorded in the Aegean Sea. *Bathypolypus sponsalis* was found for the first time by Wirz (1955) in Menorca Island. The species was recorded in the Catalan Sea, Northwestern Mediterranean, while it has not been reported in the Tyrrhenian Sea (Sanchez, 2009). *B. sponsalis* has a distribution ranged between depths 200-500 m of depth in the North Aegean Sea (Salman et al., 1997). Among these species, *S. orbignyana* (Salman et al.,

1997) and *T. sagittatus* (Lefkaditou et al., 2003b) represents economic importance for fishing.

In this study, it has been presented the records of six deep-sea cephalopods from Mersin Bay. It has also been aimed to understand those species according to the scale of the Mediterranean Sea.

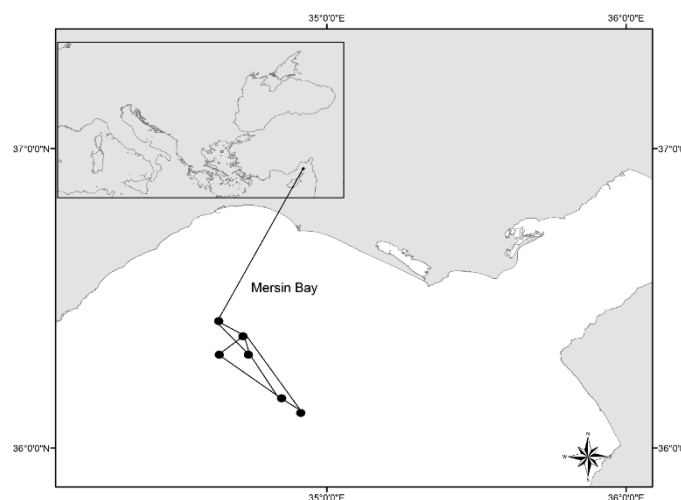
## MATERIAL AND METHODS

Deep-sea sampling was carried out by a commercial trawl in the international waters of Mersin Bay between 14 and 17 May 2018. The sampling depth was ranged between 274 and 641 m. The coordinates of the sampling area were: 36.24853N-34.36491E, 36.18839N-43.38847E, 36.17065N-34.40686E and 36.07227N-34.53326E (Figure 1). A total of 13 trawling operations were performed, and each trawl has lasted approximately 4 hours. The caught was represented by six cephalopods species, *S. unicolor*, *S. orbignyana*, *S. elegans*, *R. macrosoma*, *T. sagittatus*, and *B. sponsalis*. All collected specimens 8 were preserved in ethyl alcohol and were deposited in the Museum of the Systematic, Faculty of Fisheries, Mersin University (Catalog no: MEUCC-18-11-2-MEUCC-18-11-7) (Figure 2).

## RESULTS AND DISCUSSION

A total of six cephalopod species were caught in the deep-sea waters of Mersin Bay among the more Octopodidae (*S. unicolor*), one Bathypolypodidae (*B. sponsalis*), two Sepiidae (*S. orbignyana* and *S. elegans*), one

Sepiolidae (*R. macrosoma*), and finally one Ommastrephidae (*T. sagittatus*) (Figure 2).



**Figure 1.** The sampling area where the cephalopod species were caught



**Figure 2.** Species of deep-sea cephalopods from NE Mediterranean Sea (*R. macrosoma*<sup>1</sup>, *B. sponsalis*<sup>2</sup>, *S. unicolor*<sup>3</sup>, *T. sagittatus*<sup>4</sup>, *S. orbignyana*<sup>5</sup>, *S. elegans*<sup>6</sup>)

## CONCLUSION

Cephalopods constitute an essential link in the food chain, especially in deep habitats. Thus, monitoring of distribution and diversity of these organisms in the marine ecosystem is essential in preserving the ecological balance and providing insight into the status of the species, in particular for those with economic importance.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Research Fund of Mersin University in Turkey with Project Number: 2017-2-AP2-2353.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Authors contributed equally to this paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Adam, W. (1967). Cephalopoda from the Mediterranean Sea. *Bulletin of the Sea Fisheries Research Station Haifa*, 45, 65-78.
- Bello, G. (2004). First record of paralarvae of *Scaevurgus unicolor* (Cephalopoda: Octopodidae). *Journal of Plankton Research*, 26(12), 1555-1558.
- Berry, S. S. (1920). Preliminary diagnoses of new cephalopods from the Western Atlantic. *Proceedings of the United States National Museum*, 58, 293-300.
- Berry, S. S. (1934). Class Cephalopoda, in List of marine mollusca of the Atlantic coast from Labrador to Texas, by C. W. Johnson. *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, 40(1), 1-204.
- Clarke, M. R. (2008). Seamounts and cephalopods. In T. J. Pitcher, T. Morato, P. J. B. Hart, M. R. Clark, N. Haggan, & R. S. Santos (Eds.), *Seamounts: Ecology, Fisheries & Conservation* (pp. 207-229). Blackwell Publishing Ltd.
- D'Onghia, G., Tursi, A., Papaconstantinou, C., & Matarrese, A. (1991). Teuthofauna of the North Aegean Sea: Preliminary result on catch composition and distribution. *FAO Fisheries Report*, 477, 69-84.
- Danovaro, R., Company, J. B., Corinaldesi, C., D'Onghia, G., Galil, B., Gambi, C., Gooday, A. J., Lampadariou, N., Luna, G. M., Morigi, C., Olu, K., Polymenakou, P., Ramirez-Llodra, E., Sabbatini, A., Sardà, F., Sibuet, M., & Tselepides, A. (2010). Deep-sea biodiversity in the Mediterranean Sea: The known, the unknown, and the unknowable. *PLoS ONE*, 5(8), e11832. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011832>
- Degner, E. (1925). Cephalopoda. Republic of Danish oceanography expedition 1908-1910 Mediterranean and adjacent seas. 2, 94p.
- Gilly, W. F., Beman, J. M., Litvin, S. Y., & Robison, B. H. (2013). Oceanographic and biological effects of shoaling of the oxygen minimum zone. *Annual Review of Marine Science*, 5, 393-420.
- Girard A. A. (1893). Notice sur les céphalopodes des côtes de l'Espagne. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 21, 391-393.
- Haimovici, M., & Perez, J. A. A. (1991). Coastal cephalopod fauna of southern Brazil. *Bulletin of Marine Science*, 49(1-2), 221-230.
- Hoving, H. T., Perez, J. A. A., Bolstad, K. S. R., Braid, H. E., Evans, A. B., Fuchs, D., Judkins, H., Kelly, J. T., Marian, J. E. A. R., Nakajima, R., Piatkowski, U., Reid, A., Vecchione, M., & Xavier, J. C. C. (2014). The study of deep-sea cephalopods. In E. A. G. Vidal, (Eds), *Advances in Marine Biology*, (v. 67 pp 235-359), Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800287-2.00003-2>
- Katagan, T., Salman, A., & Benli, H. A. (1993). The cephalopoda fauna of the Sea of Marmara. *Israel Journal of Zoology*, 39, 255-261.
- Knudsen, J. (1981). Three Sepiolidae new to the Eastern Mediterranean (Mollusca: Cephalopoda). *Israel Journal of Malacology*, 7, 45-50.



- Knudsen, J. (1992). *Tremoctopus violaceus* Della Chiaje, 1830 new to the eastern Mediterranean. Cephalopoda. Octopoda, Tremoctopodidae. *Israel Journal of Malacology*, 12, 1-4.
- Lefkaditou, E., Peristeraki, P., Bekas, P., Tserpes, G., Politou, C., & Petrakis, G. (2003a). Cephalopods distribution in the southern Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science*, 4(1), 79-86.
- Lefkaditou, E., Mytilineou, Ch., Maiorano, P., & D'Onghia, G. (2003b). Cephalopod species captured by deep-water exploratory trawling in the Northeastern Ionian Sea. *Journal of Northwestern Atlantic Fisheries Science*, 31, 431-440.
- Lozano-Rey, L. (1905). Cefalópodos de Cataluña y Baleares. *Revista de la Real Academia Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 3(2), 159-221.
- Mangold, K. (1998). The Octopodinae from the eastern Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 586, 521-528.
- Norman, M. D., Hochberg, F. G., & Boucher-Rodoni, R. (2005). A Revision of the deep-water octopus genus *Scaeuergus* (Cephalopoda: Octopodidae) with description of three new species from the Southwest Pacific Ocean. *Journal of Molluscan Studies*, 71, 319-337.
- Popper, D., Barash, A., & Galil, B. S. (1990). Argonautaargo-a rare occurrence off the shores of Israel. *Israel Journal of Zoology*, 37, 51-53.
- Por, F. D., & Dimentman, C. (1987). The legacy of Tethys: an aquatic biogeography of the Levant. In H. J. Dumont, & M. J. A. Wergel, (Eds.), *Monography Biology* (Vol. 63, 214). Kluwer Academic Publishers.
- Ramirez-Llodra, E., Brandt, A., Danovaro, R., De Mol, B., Escobar, E., German, C. R., Levin, L. A., Arbizu, P. M., Menot, L., Buhl-Mortensen, P., Narayanaswamy, B. E., Smith, C. R., Tittensor, D. P., Tyler, P. A., Vanreusel, A., & Vecchione, M. (2010). Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7(9), 2851-2899.
- Roeleveld, M. A. C., Lipinski, M. R., Augustyn, C. J., & Stewart, B. A. (1992). The distribution and abundance of cephalopods on the continental slope of the eastern south Atlantic. *South African Journal of Marine Science*, 12, 739-752.
- Roper, C. F. E. (1974). Vertical and seasonal distribution of pelagic cephalopods in the Mediterranean Sea, preliminary report. *Bulletin of the American Malacological Union*, 27-30.
- Roper, C. F. E., & Young, R. E. (1975). Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 209, 1-51.
- Ruby, G., & Knudsen, J. (1972). Cephalopoda from the Eastern Mediterranean. *Israel Journal of Zoology*, 21, 83-97.
- Salman A., Katagan T., & Benli, H. A. (1997). Bottom trawl teuthofauna of the Aegean Sea. *Archive of Fishery and Marine Research*, 45, 183-196.
- Salman, A. (2012). Two new records paralarva in the Eastern Mediterranean (Cephalopods: Mollusca). *Journal Black Sea/Mediterranean Environment*, 18(2), 197-207.
- Salman, A., Katağan, T., & Benli, H. A. (2002). Cephalopod Fauna of the Eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Zoology*, 26, 47-52.
- Sanchez, P., Belcari, P., & Sartor, P. (1998). Composition and spatial distribution of cephalopods in two north-western Mediterranean areas. *South African Journal of Marine Science*, 20, 17-24.
- Sanchez, P. (2009). One century of teuthological records from the Catalan sea. *Bulletin of Malacology*, 45, 43-45.
- Voight, J. R. (2000). A deep-sea octopus (*Graneledone cf. boreopacifica*) as a shell-crushing hydrothermal vent predator. *Symposia of the Zoological Society of London*, 252, 335-341.
- Voss, G. L. (1967). The biology and bathymetric distribution of deep-sea cephalopods. *Studies in Tropical Oceanography*, 5, 511-535.
- Wirz, K. (1955). Contribution à l'étude des Octopodes de profondeur *Bathypolypus sponsalis* (P. & H. Fischer) espèce commune dans la partie Ouest de la Méditerranée. *Vie et Milieu*, 6, 129-147.



## Determination of Protein and Fat Amounts in Dried Apple and Pear Chips

Okan Erken<sup>1</sup> • Bayram Kızılkaya<sup>2</sup> • Aytaç Altın<sup>3</sup> • Hakan Ayyıldız<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Lapseki Vocational School, Department of Crop Animal Production, Çanakkale, Turkey, oerken@comu.edu.tr

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, bayram342001@yahoo.com

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Gökçeada School of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology, Gökçeada, Çanakkale, Turkey, aytacaltin@gmail.com; ayyildizhakan@gmail.com

✉ Corresponding Author: oerken@comu.edu.tr

### Please cite this paper as follows:

Erken, O., Kızılkaya, B., Altın, A., Ayyıldız, H. (2020). Determination of Protein and Fat Amounts in Dried Apple and Pear Chips. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 6-11.

## ARTICLE INFO



Received: 19.08.2020

Accepted: 13.10.2020

### Keywords

Apple chips  
Pear chips  
Protein  
Fat

## ABSTRACT

Nowadays, it is known that many vegetables and fruits can be obtained longer-lasting products with drying methods. Therefore, dried fruits are offered for consumption in Turkey. In the present study, it was investigated fat and protein contents on dried apple and pear chips. According to the results, the amount of fat and apple chips was determined as 0.3% and 0.2%, respectively. On the other hand, the protein amount of apple and pear chips was found to be 3.84% and 3.58%, respectively. Consequently, it can be said that dried fruits can be consumed as a dietary food in terms of a low amount of fat and consumable protein.

## Kurutulmuş Elma ve Armut Cipslerinde Protein ve Yağ Miktarlarının Belirlenmesi

### ÖZET

Günümüzde birçok sebze ve meyvede uygulanan kurutma yöntemi ile daha uzun ömürlü ürünler elde edilebilmektedir. Bu amaçla ülkemizde de özellikle birçok farklı bölgemizde üretilen meyveler kurularak tüketime sunulmaktadır. Bu çalışmada ticari olarak kurutulmuş elma ve armut cipslerinde ham yağ ve protein içerikleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ham yağ miktarları elma cipsinde %0,3 ve armut cipsinde %0,2 olarak belirlenmiştir. Ham protein miktarı ise elma cipsinde %3,84 ve armut cipsinde %3,58 olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, kurutulmuş meyvelerin yağ miktarları düşük ve protein açısından tüketilebilir seviyede oldukları, bu nedenle diyet besini olarak tüketilebilir oldukları söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Elma cipsi, Armut cipsi, Protein, Yağ.

## GİRİŞ

Ülkemiz yaklaşık olarak yıllık elli milyon ton yaş meyve ve sebze üretimine sahiptir. Meyve ve sebzelerin kurutulması, bu gıda ürünlerinde bulunan nemin uzaklaştırılmasıdır. Gıdalarda nemin uzaklaştırılması mikroorganizmaların gelişim ve üremelerinin engellenmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle gıdalarda kurutma, ürünlerin korunması ve daha uzun ömürlü olması açısından en kolay yöntemlerden biridir (Seçkin & Taşeri, 2016). Meyve ve sebzelerin tüketiciye ulaştırılmasında ürünlerin muhafaza edilmesi ve uzun ömürlü olması açısından kurutma kullanılmasının birçok avantajı bulunmaktadır (Seçkin & Taşeri, 2016); Felhi vd. (2016) yaptıkları araştırmada, *Ecballium elaterium* (eşek hıyarı) bitkisinin kurutulmuş ekstraktında antioksidan ve fitokimyasalları incelemiştir. Çalışmada 106,4 mg fenolik ve 6,5 mg flavanoid içerik bulunmuştur. FT-IR analizi ile polifenoller ve biyolojik aktif moleküller olduğu tespit edilmiştir. Jakubczyk & Ksionek (2006) tarafından yürütülen çalışmada, orta-nemli kuru elmalara ait mekanik özellikler araştırılmıştır. Çalışmada elma dilimleri sukroz çözeltisi, kiraz ve elma şurubu kullanılarak dehidrasyonun oluşturulması sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlarda sukroz varlığında, kuru elmanın içyapısında sertliğe yol açtığı görülmüştür. Gıdaların nem içeriğini oluşturan su aktivitesi değeri ile mikroorganizma faaliyetleri birebir ilişkilidir. Gıdalarda, nem miktarı açısından  $a_w$  0,90-1,00 arası yüksek,  $a_w$  0,60-0,90 arası orta ve  $a_w$  <0,60 düşük nemli olarak gruplandırılmaktadır (Aguilera & Arias, 1992; Seçkin & Taşeri, 2016). Khairuddin vd. (2017)

Malezya'da bazı kurutulmuş meyvelerde besinsel içerikleri incelemiştir. Kuru incirin %3,93 protein miktarına sahip olduğunu belirlemiştir. Yine aynı çalışmada kuru incirdeki yağ miktarının %4,02 oranında olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada, kurutulmuş elma ve armut cipsi meyvelerinin gıdasal içeriklerinin araştırılarak hem üretici hem de tüketici açısından bilimsel veriler sunarak aydınlatılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Elma ve Armut Cipsleri Temini ve Ön İşlemleri

Projede kullanılan kurutulmuş meyve örnekleri ticari olarak Pronatural Gıda Tarım ve Hayvancılık İnşaat Turizm San. Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. Granny smith elma çeşidi öncelikle yıkama makinesinden geçirilmiştir. Örnekler kabuklu bir şekilde dilimleme makinesine alınarak dilimlenmiştir. Dilimlenen örnekler kurutma tepsilerine yerleştirilmiştir. Daha sonra örnekler 55°C'de 2 saat ön kurutma ve 65°C'de ana kurutma işlemine alınarak 15 saat süresince kurutulmuştur. Benzer şekilde Santa Maria armut çeşidi öncelikle yıkama makinesinden geçirilmiştir. Örnekler kabuklu bir şekilde dilimleme makinesine alınarak dilimlenmiştir. Dilimlenen örnekler kurutma tepsilerine yerleştirilerek 55°C'de 2 saat ön kurutma ve 65°C'de ana kurutma işlemine alınarak 14 saat süresince kurutulmuştur.

## Ham Protein Analizi

Protein tayini Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre; Kjeldahl tüpleri içerisine homojenize edilmiş örnekten 0,5 g tartılmış, 20 ml %96'lık H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 10 ml %35'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 1 adet kjeldahl tableti ilave edilmiştir. Tüpler yaş yakma bloğuna (InKjel M) yerleştirilerek içerisindeki örnek yeşil sarı saydam bir renk oluşturuncaya kadar 220°C'de yaklaşık 2-3 saat yakma işlemi uygulanmıştır. Yakma işleminin ardından bu tüpler oda sıcaklığında soğumaya bırakılarak, soğuma sağlandıktan sonra tüplere 50 ml distile su ve 50 ml % 33'lük NaOH ilave edilmiştir. Destilasyon esnasında ortamda bulunan azotu ölçmek için bir adet kör örnek hazırlanmıştır. Yakma işlemi sonrasında protein tüpleri ve içerisinde 25 ml doymuş borik asit çözeltisi ve 3-4 damla indikatör (metil kırmızısı; 0,1 g metil kırmızısı/100ml alkol) bulunan erlenmayer ile Kjeldahl destilasyon ünitesine yerleştirilerek NaOH ile destilasyona tabi tutulmuştur. Bu işleme erlenmayerde yaklaşık 100ml destilat toplanıncaya kadar devam edilmiştir. Elde edilen destilat 0,1 N'lik HCl'le titre edilmiş ve sarfiyat belirlenerek hesaplanmıştır (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2000).

## Yağ Analizi

Yağ analizi, Erickson (1993)'in uyguladığı yöntem esas alınarak yapılmıştır. Bu amaçla 20 g örnek alınarak 100 ml metanol/kloroform (1/2) ile homojenize edilmiştir. Homojenizat, 20 ml metanol-kloroform ile yıkama yapılarak darası alınan balon joje içerisine filtre kâğıdıyla süzüldü. Süzüntüye 20 ml %4'lük CaCl<sub>2</sub> ilave edilerek

balon jojenin kapağı kapatılmış ve bir gece karanlık ortamda bekletilmiştir. Bu süre sonunda faz oluşumu ve içerik, ayırma hunisine alınarak alt faz balon jojeye alınmıştır. Alt fazın bulunduğu balon joje, 60°C'lik su banyosunda rotary evaporatör (IKA RV10 basic) kullanılarak çözücü uçurulmuştur. Balon jojede yağ ayırımı gerçekleştikten sonra düzenekten çıkartılarak 65°C'deki etüvde (Nüve FN500) iki saat bekletilmiş, ardından desikatöre alınarak soğutulmuş ve son tartımı yapılmıştır. Belirlenen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$\text{Yağ (\%)} = \frac{T_1 - T_0}{m} \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte; T<sub>0</sub>: ilk tartım, T<sub>1</sub>: son tartım, m: örnek ağırlığıdır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada kullanılan kurutulmuş meyve örnekleri, Pronatural Gıda Tarım ve Hayvancılık İnşaat Turizm San. Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiş ve bu örneklerle ait görüntüler Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 1'de kurutulmuş elma cipsine ait paketlenmiş ve açık haldeki fotoğraflar, Şekil 2'de ise kurutulmuş armut cipsine ait paketlenmiş ve açık haldeki fotoğraflar gösterilmektedir.

Meyve cipslerinde ham yağ ve ham protein miktarları araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Ham yağ miktarları elma cipsinde %0,3 ve armut cipsinde %0,2 olarak belirlenmiştir. Yi vd. (2015), yapmış oldukları çalışmada 9 farklı elma cipsindeki yağ miktarlarının 0,16-0,44 g/100g aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmanın



**Şekil 1.** Elma cipsine (EC) ait görseller

bulguları ile mevcut çalışmadaki sonuçlar benzerlik göstermektedir. Aynı araştırmacılar, elmadaki protein içeriklerini 1,39-2,79 g/100g olarak belirlemiştir. Yapılan ham protein analizi sonuçlarına göre; ham protein miktarı elma cipsinde %3,84 ve armut cipsinde %3,58 olarak saptanmıştır. Protein içeriklerine bakıldığında bulgularda belirtilen miktarın, karşılaştırma yapılan çalışmadan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun yetiştirme koşullarındaki ve iklimdeki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Temin edilen paketler yaklaşık 50 gr kurutulmuş ürün içermektedir. Çalışma kapsamında belirlenen ham yağ ve protein

miktarları paket içerisindeki miktarlar ile oranlanmıştır. Elma cipsi paketi içerisindeki tüm ürünlerin toplam 0,15 gr ham yağ ve 1,82 gr ham protein içerdiği hesaplanmıştır. Armut cipsi paketinin ise 0,1 gramdan az ham yağ ve 1,79 gr ham protein içerdiği belirlenmiştir. Geleneksel kuru meyvelerin şeker içermediği bilinmektedir. Toplam şeker ve enerji değeri taze meyvelerdekine benzer özellikler göstererek, daha yüksek konsantrasyonlara sahip olmaktadır (Gyurova & Enikova, 2014). Malezya'nın Selangor bölgesindeki kuru incirin %3,93 protein ve yağ miktarının %4,02 oranında olduğunu belirlenmiştir. Yine aynı çalışma içerisinde kuru üzümde %3,13 protein ve %0,36 yağ belirlenmiştir (Khairuddin vd., 2017).



**Şekil 2.** Armut cipsine (AC) ait görseller

**Tablo 1.** Kurutulmuş meyve cipslerinin yüzde (%) ve 1 paket (pkt) içerisindeki gram olarak ham yağ ve ham protein miktarları

Cips Türü	Ham Yağ		Ham Protein	
	%	gr/1 pkt	%	gr/1 pkt
Elma Cipsi (EC)	0,3	0,15	3,84	1,92
Armut Cipsi (AC)	<0,2	<0,1	3,58	1,79

## SONUÇ

Günümüzde hızla artan nüfus, bunun yanında tarım arazilerinin verimliliği ve iklim değişikliği sebebi ile gıda ürünlerinin üretim ve tüketiciye ulaştırılması daha önemli bir hal almıştır. Özellikle meyvelerin içerdiği su oranı nedeni ile uzun ömürlü olarak muhafazasında problemler yaşanmaktadır. Günümüzde özellikle bu sorunun aşılması için meyve ve sebzelerin kurutularak nem oranlarının düşürülmesiyle bu gıda maddelerinin daha uzun ömürlü olması sağlanmakta ve birçok farklı ülkede tüketiciye sunulabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu nedenle günümüzde üretimi hızla artan bazı kuru meyvelerde gıdasal içeriklerin aydınlatılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada kurutulmuş elma cipsinin ve armut cipsinin ham protein ve yağ içerikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak meyve cipsleri yağ miktarları açısından düşük, protein açısından tüketilebilir diyet besin maddeleri olarak değerlendirilebilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından FHD/2018-2475 nolu proje ile desteklenmiştir. Laboratuvar

çalışmaları Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Biyokimya Laboratuvarı ile Yem ve Gıda Analiz Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

## ETİK STANDARTLARA UYGUNLUK

### Yazarların Katkıları

Bu çalışma FHD/2018-2475 projesi kapsamında gerçekleştirilmiş ve çalışmaya katkı sağlayan yazarlar analizlerin yapılması, örneklerin temini, sonuçların değerlendirilmesi ve makalenin yazımı aşamasında gerekli olan alanlarda katkıları sağlamışlardır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- Aguilera, J. M., & Arias, E. P. (1992). CYTED-D AHI: An Ibero American project on intermediate moisture foods and combined methods technology. *Food Research International*, 25 (2), 159-165.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000). *Official Methods of Analysis*. 17th Ed. Vol II. Washington D.C., USA.
- Erickson, M. C. (1993). Lipid extraction from channel catfish muscle: comparison of solvent system. *Journal of Food Science*, 58 (1), 84-89. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb03217.x>

- Felhi, S., Hajlaoui, H., Ncir, M., Bakari, S., Ktari, N., Saoudi, M., Gharsallah, N., & Kadri, A. (2016). Nutritional, phytochemical and antioxidant evaluation and FT-IR analysis of freeze dried extracts of *Ecballium elaterium* fruit juice from three localities. *Food Science and Technology*, 36 (4), 646-655. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.12916>
- Jakubczyk, E., & Ksionek, U. (2006). Mechanical properties of intermediate moisture dried apples. *Inżynieria Rolnicza*, 7 (82), 215-222.
- Khairuddin, M. F., Haron, H., Yahya, H. M., & Che Malek, N. A. H. (2017). Nutrient compositions and total polyphenol contents of selected dried fruits available in Selangor, Malaysia. *Journal of Agricultural Science*, 9 (13), 41-49. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n13p41>
- Gyurova, D. K., & Enikova, R. K. (2014). Dried fruits – brief characteristics of their nutritional values. Author's own data for dietary fibers content. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2 (4), 105-109. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20140204.12>
- Seçkin, G. U. & Taşeri, L. (2015). Semi-dried fruits and vegetables. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 21 (9), 414-420. <https://doi.org/10.5505/pajes.2015.47560>
- Yi, J., Zhou, L., Bi, J., Chen, Q., Liu, X., & Wu, X. (2015). Impacts of pre-drying methods on physicochemical characteristics, color, texture, volume ratio, microstructure and rehydration of explosion puffing dried pear chips. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40 (5), 863-873. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12664>



## Seasonal Changes in the Lipid and Fatty Acid Profile of *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) Caught from Mersin Bay

Misra Bakan<sup>1</sup>  • Nuray Çiftçi<sup>1</sup>  • Deniz Ayas<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Mersin University, Faculty of Fisheries, Mersin, Turkey. misrabakann@gmail.com; nciftci@mersin.edu.tr; ayasdeniz@mersin.edu.tr

✉ Corresponding Author: misrabakann@gmail.com

### Please cite this paper as follows:

Bakan, M., Çiftçi, N., Ayas, D. (2020). Seasonal Changes in the Lipid and Fatty Acid Profile of *Pomadasys stridens* (Forsskål, 1775) Caught from Mersin Bay. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 12-23.

### ARTICLE INFO



**Received:** 19.08.2020

**Accepted:** 13.10.2020

### Keywords

Mersin Bay

*Pomadasys stridens*

Lipid

Fatty acids

### ABSTRACT

The seasonal changes in the total lipid and fatty acid profile of *Pomadasys stridens*, which were caught from Mersin Bay, were examined. Total lipid changes were found as 4.09%, 7.54%, 2.56%, and 1.81% in spring, summer, autumn, and winter seasons, respectively. A total of 30 fatty acids were defined in the muscle tissue by GC analysis. Among these, the major fatty acids are saturated fatty acids such as (SFA) palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0), monounsaturated fatty acids as oleic acid (C18:1n9c) and 11-docosenoic acid (C22:1n11), and polyunsaturated fatty acids as eicosapentaenoic acid (C20:5n3), and docosahexaenoic acid (C22:6n3). Palmitic acid and stearic acid varied in the range of 16.92-22.74%, and 8.06-13.86%; and they were found at the level of 297.82-1567.14 mg/100g and 182.49-555.46 mg/100g, respectively. Oleic acid and 11-docosenoic acid varied in the range 11.54-21.32% and 2.99-4.98%, and they were determined to range 251.20-1436.89 mg/100g and 72.56-206.06 mg/100g, respectively. Eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) varied in the range of 3.58-5.45% and 5.57-13.42%; the levels of EPA and DHA were found 55.27-324.59 mg/100g and 153.12-492.90 mg/100g, respectively. The  $\Sigma n3$ ,  $\Sigma n6$ ,  $\Sigma n9$  fatty acid levels of *P. stridens* changed between 10.65-19.41%, 3.45-4.50%, 12.59-22.72%; and they were found 233.75-733.95 mg/100g, 68.40-237.76 mg/100g, 271.12-1531.99 mg/100g respectively. The change intervals of the atherogenicity index (Ai) and thrombogenicity index (Ti) levels during the year were determined as 0.32-0.42% and 0.39-0.51%, respectively.



## INTRODUCTION

Since the Suez Canal opened in 1869, numerous aquatic organisms from various taxonomic groups have migrated from the Red Sea to the Mediterranean Sea. Although the Suez Canal allows for a two-way passage, more species have migrated from the Red Sea to the Mediterranean (Bentur, 2008). The first record of non-native fish from Turkey's Mediterranean coast is given in the Iskenderun Bay in 1943. Many non-native species have been recorded in the Eastern Mediterranean to date. The settlement of non-native species on our coasts and other parts of the Eastern Mediterranean caused changes in some indigenous species' stock and habitat. Lessepsian migration has adverse effects on the Mediterranean Sea as well as positive effects. The evaluation of ecological niches that cannot be evaluated adequately in the Mediterranean by some non-native species can be interpreted as an ecologically positive result. The fact that consumable species find buyers at high prices in the market contributes to the national economy. However, it is known that some non-native species negatively affect fishing activities (Avşar & Mavruk, 2009). *P. stridens* is one of the economically important species that joins the Mediterranean with the Lessepsian migration and shows the distribution in Indo-Pacific, Red Sea and East Africa, New Guinea, and Arafura Sea (Por, 1978; Russell, 1989). Its maximum length is 30 cm (Sommer et al., 1996). Generally, there are 4-6 black colored lines

horizontally in silver color (Heemstra, et al., 1986).

Lipids are essential structural organic compounds for animals. The physical and chemical properties of them determine the ratio and composition of the fatty acids they contain. The lipid quality is closely related to the distribution and position of fatty acids in it. Different types of lipids are formed with the composition of fatty acids that have other properties.

$\omega$ -3 fatty acids, which are of great importance for human health, are not synthesized in the body. Therefore, they should be taken from the outside with nutrients (Leaf and weber 1988). It has been reported that the primary sources of the essential-3 fatty acids EPA and DHA are seafood (Gordon et al., 1992). It has been found that these fatty acids have an essential effect in protecting against many diseases such as heart attack, cardiovascular diseases, depression, migraine headaches, joint rheumatism, diabetes, high cholesterol, and blood pressure, some types of allergies, and cancer (Gorga, 1988). Long-chain,  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) have been highlighted by in vitro studies showing that eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 $\omega$ -3) and docosahexaenoic acid (DHA, 22:6 $\omega$ -3) suppress the development of cancers (Karmalli et al., 1984; Lindner, 1991; Rose et al., 1991; Tsai et al., 1998; Boudreau et al., 2001; Narayanan et al., 2001).

In this study, the investigation of the seasonal changes in the lipid and fatty acid profile of *P.*

*stridens*, caught from the Mersin Bay, was aimed.

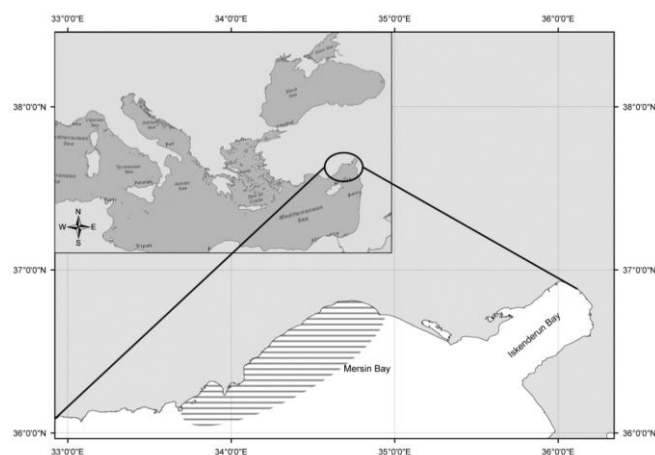
## MATERIAL AND METHODS

The individuals of *P. stridens* were obtained from trawlers in Mersin Bay in March-2016, September-2016, December-2016, and caught in overtime networks in June-2016. In each season, 30 individuals were sampled, and a total of 120 individuals were used during the study. The average height and weight of the individuals were taken and shown in Table 1. The sampling region was shown in Figure 1.

**Table 1.** The average length and weight of *P. stridens* in four seasons

Season	N	Mean TL	Mean Weight
		(cm)	(g)
		$\bar{X} \pm S_x$	$\bar{X} \pm S_x$
Spring	30	13.00±0.41 <sup>x</sup>	42.44±4.00 <sup>a</sup>
Summer	30	14.01±0.33 <sup>x</sup>	48.69±3.01 <sup>b</sup>
Autumn	30	14.00±0.20 <sup>x</sup>	40.31±1.56 <sup>a</sup>
Winter	30	13.48±0.12 <sup>x</sup>	41.13±.20 <sup>a</sup>

Note:  $\bar{X} \pm S_x$ : mean±standart deviation The levels on the same line, shown in different letters, are statistically different ( $p < 0.05$ ). TL: total length, W: weight



**Figure 1.** Sampling location map. The shaded region (Mersin Bay) is the sampling area

## Lipid and Fatty Acids Analyses

Lipid analysis was performed using the Bligh & Dyer (1959) method. In extracted lipids, fatty acid methyl esters were obtained using the Ichibara et al. (1996) method. The fatty acid composition was analyzed using a Gas Chromatography (GC) Clarus 500 device (Perkin–Elmer, USA), one flame ionization detector (FID), and SGE (60 m × 0.32 mm ID BPX70 × 0.25 μm, USA or Australia) column. Injector and detector temperatures were set as 260°C and 230°C, respectively. During this time, the furnace temperature was kept at 140°C for 8 minutes. After that, it was increased by 4°C per minute until 220°C, and from 220°C to 230°C by increasing the temperature 1°C per minute. It was kept at 230°C for 15 minutes to complete the analysis. The sample scale was 1 μl, and carrier gas was controlled at 16 ps. For split-flow 40, 0 mL/minute (1:40) level was used. Fatty acids were determined using a comparison to the exit times of the FAME mix that contains 37 standard components.

## Conversion Factor

Triplicate GC analyses were performed, and the results were converted to mg fatty acid per 100 g total lipid using lipid conversion factors and then to mg fatty acid per 100 g edible portion of food using the total lipid content. Details of the derivation of lipid conversion factors were published by Weihrauch et al. (1975).

$$Factor (Fish) = \frac{0.956 - 0.143}{total\ lipid}$$

$$\text{Fatty acid} \left( \frac{\text{mg}}{111\text{g}} \right) = \text{Factor} \times \text{FAME}(\%) \times \text{lipid level}(\%) \times 10$$

$$\text{Atherogenicity index(AI)}$$

### Atherogenicity Index (AI) and Thrombogenicity Index (TI)

The AI and TI linked to the fatty acid composition were calculated according to Ulbricht & Southgate (1991).

$$AI = \frac{(a \times 12:0) + (b \times 14:0) + (c \times 16:0)}{d(\text{PUFA } n-6 + n-3) + e(\text{MUFA}) + f(\text{MUFA} - 18:1)}$$

$$TI = \frac{g(14:0 + 16:0 + 18:0)}{h(\text{MUFA}) + i(\text{MUFA} - 18:1) + m(n-6) + n(n-3) + \left(\frac{n-3}{n-6}\right)}$$

$$a, c, d, e, f=1; b=4; g=1; h, i, m=0.5; n=3$$

### Statistical Analysis

Prior to the analyses, all data were checked for outliers, and homogeneity of variance was also tested. Statistical analysis of data was carried out with the SPSS statistical program. ANOVA (Analysis of Variance) was used to evaluate the effect of season on the metals levels.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Results

It was found that the total lipid level of *P. stridens* has been indicated a seasonal statistical difference ( $p < 0.05$ ) (Table 2).

#### Fatty Acid Levels (%)

A total of 30 fatty acids constituted the total fatty acid composition. These are lauric acid (C12:0), myristic acid (C14:0), pentadecanoic acid (C15:0), palmitic acid (C16:0), heptadecanoic acid (C17:0), stearic acid (C18:0) arachidic acid (C20:0), behenic acid

(C22:0), trichosanoic acid (C23:0), lignosuric acid (C24:0), myristoleic acid (C14:1), pentadecenoic acid (C15:1), palmitoleic acid (C16:1), heptadecenoic acid (C17: 1), oleic acid (C18: 1n9t), oleic acid (C18:1n9c), vaccenic acid (C18:1n7), gadoleic acid (C20:1n9), cetoloic acid (C22:1n11), nervonic acid (C24:1n9), linoleic acid (C18:2n6t), linoleic acid (C18:2n6c), alpha linolenic (C18:3n3), gamma linolenic (C18:3n6), eicosatrienoic acid (C20:3n3), eicosatrienoic acid (C20:3n6), arachidonic acid (C20:4n6), eicosapentaenoic acid (C20:5n3), docosahexaenoic acid (C22:6n3), docosadienoic acid (C22:2cis). The seasonal changes of fatty acid profiles (%) of *P. stridens* was shown in Table 3.

**Table 2.** The seasonal changes of total lipid level (%) of *P. stridens*

	Spring	Summer	Autumn	Winter
	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$
Lipid (%)	4.09±0.95 <sup>c</sup>	7.54±0.47 <sup>d</sup>	2.56±0.16 <sup>b</sup>	1.81±0.18 <sup>a</sup>

Note:  $\bar{X} \pm S_x$ : mean±standard deviation.

\* The values on the same line, shown in different letters, are statistically different ( $p < 0.05$ ).

The primary fatty acids of *P. stridens* were palmitic acid and stearic acid from SFAs, oleic acid (C18: 1n9c), palmitoleic acid, and cetoloic acid from MUFAs, EPA, and DHA from PUFAs (Table 3).

Among the SFAs, the highest level of myristic acid was found in the spring (2.60%), the lowest level was in the winter (1.80%) ( $p < 0.05$ ). The palmitic acid was found at the highest level in the summer and autumn seasons (22.74%) and the lowest level in the spring season (16.92%) ( $p < 0.05$ ). The highest stearic acid level was

**Table 3.** The seasonal changes of fatty acid profiles of *P. stridens* (%)

Fatty acids (%)	Spring	Summer	Autumn	Winter
	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$	$\bar{X} \pm S_x^*$
Lauric acid (C12:0)	0.26±0.02 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>	0.06±0.00 <sup>a</sup>
Myristic acid (C14:0)	2.60±0.42 <sup>b</sup>	2.18±0.04 <sup>ab</sup>	2.23±0.04 <sup>ab</sup>	1.80±0.05 <sup>a</sup>
Pentadecylic acid (C15:0)	0.63±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>a</sup>	0.80±0.02 <sup>a</sup>	0.77±0.01 <sup>a</sup>
Palmitic acid (C16:0)	16.92±0.65 <sup>a</sup>	22.74±0.12 <sup>b</sup>	22.74±0.25 <sup>b</sup>	19.29±0.17 <sup>ab</sup>
Margaric acid (C17:0)	0.93±0.02 <sup>a</sup>	1.05±0.01 <sup>a</sup>	1.04±0.02 <sup>a</sup>	1.02±0.01 <sup>a</sup>
Stearic acid (C18:0)	13.86±0.55 <sup>b</sup>	8.06±0.04 <sup>a</sup>	9.28±0.04 <sup>a</sup>	11.82±1.10 <sup>ab</sup>
Arachidic acid (C20:0)	0.63±0.01 <sup>bc</sup>	0.48±0.01 <sup>a</sup>	0.60±0.01 <sup>abc</sup>	0.67±0.04 <sup>c</sup>
Behenic acid (C22:0)	0.24±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.00 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>b</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>
Lignoceric acid (C24:0)	1.89±0.30 <sup>b</sup>	0.74±0.01 <sup>a</sup>	1.04±0.09 <sup>a</sup>	1.55±0.21 <sup>b</sup>
<b>ΣSFA</b>	<b>37.96</b>	<b>36.35</b>	<b>38.13</b>	<b>37.27</b>
Myristoleic acid (C14:1)	0.26±0.07 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>	0.34±0.01 <sup>b</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>
Pentadecenoic (C15:1)	0.18±0.01 <sup>a</sup>	0.29±0.01 <sup>d</sup>	0.25±0.00 <sup>c</sup>	0.20±0.00 <sup>b</sup>
Palmitoleic acid (C16:1)	4.35±0.47 <sup>b</sup>	4.99±0.09 <sup>b</sup>	4.40±0.09 <sup>b</sup>	3.02±0.08 <sup>a</sup>
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.41±0.01 <sup>a</sup>	0.58±0.04 <sup>b</sup>	0.52±0.01 <sup>b</sup>	0.48±0.01 <sup>ab</sup>
Trans oleic acid (C18:1n9t)	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.35±0.01 <sup>b</sup>	0.32±0.01 <sup>ab</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>
Oleic acid (C18:1n9c)	11.54±0.71 <sup>a</sup>	20.85±1.20 <sup>c</sup>	21.32±0.46 <sup>c</sup>	16.27±0.13 <sup>b</sup>
Vaccenic acid (C18:1n7)	3.63±0.10 <sup>bc</sup>	3.89±0.04 <sup>c</sup>	3.35±0.04 <sup>ab</sup>	2.89±0.01 <sup>a</sup>
Gadoleic acid (C20:1n9)	0.63±0.01 <sup>a</sup>	0.96±0.04 <sup>b</sup>	1.01±0.00 <sup>b</sup>	0.94±0.04 <sup>b</sup>
Cetoleic acid (C22:1n11)	4.98±0.62 <sup>b</sup>	2.99±0.00 <sup>a</sup>	3.45±0.18 <sup>a</sup>	4.70±0.37 <sup>b</sup>
Nervonic acid (C24:1n9)	0.19±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
<b>ΣMUFA</b>	<b>26.40</b>	<b>35.32</b>	<b>35.03</b>	<b>29.12</b>
Linolelaidic Acid (C18:2n6t)	0.11±0.01 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>b</sup>	0.15±0.01 <sup>ab</sup>	0.12±0.00 <sup>a</sup>
Linoleic acid (C18:2n6c)	1.29±0.01 <sup>b</sup>	0.70±0.01 <sup>a</sup>	0.78±0.00 <sup>a</sup>	1.07±0.08 <sup>b</sup>
α-Linolenic acid (C18:3n3)	0.23±0.05 <sup>b</sup>	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.10±0.00 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>a</sup>
Gamma linolenic acid (C18:3n6)	0.26±0.00 <sup>a</sup>	0.32±0.00 <sup>a</sup>	0.27±0.01 <sup>a</sup>	0.27±0.00 <sup>a</sup>
Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	0.31±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.00 <sup>a</sup>	0.26±0.00 <sup>a</sup>	0.30±0.01 <sup>a</sup>
Dihomo-γ-linolenic acid (C20:3n6)	0.58±0.04 <sup>b</sup>	0.49±0.01 <sup>a</sup>	0.48±0.01 <sup>a</sup>	0.48±0.02 <sup>a</sup>
Arachidonic acid (C20:4n6)	0.55±0.03 <sup>a</sup>	0.47±0.01 <sup>a</sup>	0.56±0.01 <sup>a</sup>	0.58±0.01 <sup>a</sup>
Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	5.45±0.01 <sup>c</sup>	4.71±0.12 <sup>b</sup>	3.63±0.08 <sup>a</sup>	3.58±0.08 <sup>a</sup>
Adrenic acid (C22:4n6)	1.71±0.21 <sup>bc</sup>	1.28±0.03 <sup>a</sup>	1.64±0.03 <sup>b</sup>	1.91±0.13 <sup>c</sup>
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	13.42±1.58 <sup>b</sup>	5.57±0.16 <sup>a</sup>	6.82±0.77 <sup>a</sup>	11.15±1.58 <sup>b</sup>
Docosadienoic acid (C22:2cis)	0.29±0.04 <sup>b</sup>	0.14±0.00 <sup>a</sup>	0.16±0.01 <sup>a</sup>	0.23±0.12 <sup>ab</sup>
<b>ΣPUFA</b>	<b>24.20</b>	<b>14.24</b>	<b>14.85</b>	<b>19.80</b>
PUFA/ SFA	0.64	0.39	0.39	0.53
Σn7	3.63	3.89	3.45	4.70
Σn6	4.50	3.45	3.88	4.43
Σn3	19.41	10.65	10.81	15.14
Σn9	12.59	22.23	22.72	17.56
Σn11	4.98	2.99	3.45	4.70
n6/n3	0.23	0.32	0.36	0.29
n3/n6	4.31	3.09	2.79	3.42
DHA/EPA	2.46	1.18	1.88	3.11
AI	0.32	0.42	0.42	0.36
TI	0.39	0.49	0.51	0.44
Unidentified	11.44	14.09	11.99	13.62

Note:  $\bar{X} \pm S_x^*$ : mean  $\pm$  standard deviation\*The values on the same line, shown in different letters, are statistically different ( $p < 0.05$ ).

found in the spring (13.86%) and the lowest in the summer (8.06%).

Among the MUFAs, the highest level of palmitoleic acid was found at the highest level in summer (4.99%) and the lowest in winter (3.02%). The lowest level of trans oleic acid (C18:1n9t) was found in spring (0.23%) and the highest level in summer (0.35%). The highest level of oleic acid (C18:1n9c) was found in the autumn (21.32%), and the lowest level was in the spring (11.54%). The lowest vaccenic acid level was found in the winter season (2.89%) and the highest in the summer season (3.89%). The lowest cetoleic acid level was found in the summer (2.99%) and the highest in the spring (4.98%).

Among the PUFAs, the highest level (1.29%) of linoleic acid (C18:2n6c) was found in the summer (0.70%). The lowest EPA level was found in autumn (3.63%) and the highest in the spring (5.45%). The highest level of DHA was found in spring (13.42%) and the lowest level in summer (5.57%).

The  $\Sigma n3$ ,  $\Sigma n6$ ,  $\Sigma n9$  fatty acid levels of *P. stridens* varied between 10.65-19.41%, 3.45-4.50%, 12.59-22.72%, respectively. The highest level of  $\Sigma n3$  and  $\Sigma n6$  level was found in spring, and the  $\Sigma n9$  level was found in autumn.

The change intervals of AI and TI values during the year were found to be 0.32-0.42% and 0.39-0.51%, respectively. The highest value of AI was found in summer and autumn, while TI's highest value was autumn.

**Table 4.** The seasonal changes of fatty acid profiles of *P. stridens* (mg/100g)

	Spring	Summer	Autumn	Winter
Lipid (%)	4.09	7.54	2.56	1.81
Factor	0.898	0.914	0.877	0.853
Fatty acids (mg/100g)	Spring	Summer	Autumn	Winter
Lauric acid (C12:0)	9.55	6.20	2.02	0.93
Myristic acid (C14:0)	95.49	150.24	50.07	27.79
Pentadecylic acid (C15:0)	23.14	53.75	17.96	11.89
Palmitic acid (C16:0)	621.44	1567.14	510.54	297.82
Margaric acid (C17:0)	34.16	72.36	23.35	15.75
Stearic acid (C18:0)	509.05	555.46	208.35	182.49
Arachidic acid (C20:0)	23.14	33.08	13.47	10.34
Behenic acid (C22:0)	8.81	15.85	6.96	4.48
Lignoceric acid (C24:0)	69.42	51.00	23.35	23.93
$\Sigma SFA$	1394.20	2505.08	856.06	575.42
Myristoleic acid (C14:1)	9.55	24.12	7.63	4.17
Pentadecenoic (C15:1)	6.61	19.99	5.61	3.09
Palmitoleic acid (C16:1)	159.77	343.89	98.79	46.63
Heptadecenoic acid (C17:1)	15.06	39.97	11.67	7.41
Trans oleic acid (C18:1n9t)	8.45	24.12	7.18	3.86
Oleic acid (C18:1n9c)	423.84	1436.89	478.66	251.20
Vaccenic acid (C18:1n7)	133.32	268.08	75.21	44.62
Gadoleic acid (C20:1n9)	23.14	66.16	22.68	14.51
Cetoleic acid (C22:1n11)	182.91	206.06	77.46	72.56
Nervonic acid (C24:1n9)	6.98	4.82	1.57	1.54
$\Sigma MUFA$	969.62	2434.09	786.47	449.59
Linolelaidic Acid (C18:2n6t)	4.04	13.09	3.36	1.85
Linoleic acid (C18:2n6c)	47.38	48.24	17.51	16.52
$\alpha$ -Linolenic acid (C18:3n3)	8.45	9.65	2.25	1.70
Gamma linolenic acid (C18:3n6)	9.55	22.05	6.06	4.17
Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	11.39	15.85	5.83	4.63
Dihomo- $\gamma$ -linolenic acid (C20:3n6)	21.30	33.77	10.78	7.41
Arachidonic acid (C20:4n6)	20.20	32.39	12.57	8.95
Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	200.17	324.59	81.50	55.27
Adrenic acid (C22:4n6)	62.81	88.21	36.82	29.49
Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	492.90	383.86	153.12	172.15
Docosadienoic acid (C22:2n6)	10.65	9.65	3.59	3.55
$\Sigma PUFA$	888.82	981.36	333.40	305.70
$\Sigma n6$	165.28	237.76	87.11	68.40
$\Sigma n3$	712.89	733.95	242.70	233.75
$\Sigma n9$	462.24	1531.99	510.09	271.12
$\Sigma n11$	182.91	206.06	77.46	72.56
$\Sigma n7$	133.32	268.08	77.46	72.56
Unidentified	420.17	971.02	269.20	210.28

The level of  $\Sigma$ SFA of *P. stridens* was found to be 1394.20 mg/100g, 2505.08 mg/100g, 856.06 mg/100g, and 575.42 mg/100g respectively in the spring, summer, autumn, and winter seasons. The highest level of palmitic acid was determined as 1567.14 mg/100g in summer, and the lowest level was 297.82 mg/100g in winter. Likewise, the highest level of stearic acid was 555.46 mg/100g in summer, and the lowest level was 182.49mg/100g in winter.

The levels of fatty acid in MUFAs, were determined as 46.63-343.89 mg/100g, 251.20-1436.89 mg/100g, 44.66-268.08 mg/100g, 77.46-206.06 mg/100g in palmitoleic acid, oleic acid (C18:1n9c), vaccenic acid, and cetoleic acid, respectively. The heptadecenoic acid, oleic acid (C18:1n9t), gadoleic acid, nervonic acid were at low levels in all seasons.

The EPA level was found to be between 55.27-324.59 mg/100g while the highest level was measured in summer; the lowest level was in winter. DHA level was in the range of 153.12-492.90 mg/100g, the highest level was calculated in the spring, and the lowest level was calculated in the autumn. Low-level fatty acids were determined as linoleic acid (C18:2n6t) 1.85-13.09 mg/100g, linoleic acid (C18:2n6c) 16.52-48.24 mg/100g, alpha-linolenic acid 1.70-9.65 mg/100g, gamma-linolenic 4.17-22.05 mg/100g, eicosatrienoic acid (C20:3n3) 4.63-15.85 mg/100g, Dihomo- $\gamma$ -linolenic acid (C20:3n6) 7.41-33.77 mg/100g, docosadienoic acid (C22:2cis) 3.55-10.65 mg/100g. The level of the arachidonic acid was found in the range of 8.95-32.39 mg/100g. The

$\Sigma$ PUFAs levels were found to be 888.82 mg/100g, 981.36 mg/100g, 333.40 mg/100g, 305.70 mg/100g in the spring, summer, autumn, and winter seasons, respectively (Table 4).

The  $\Sigma$ n3,  $\Sigma$ n6,  $\Sigma$ n9 fatty acid levels of *P. stridens* ranged from 233.75-712.89 mg/100g, 68.40-237.76 mg/100g, 271.12-1531.99 mg/100g, respectively.

## Discussion

The lipid content and composition of fish is influenced by species, age, sex, reproductive cycle, season, feeding preference, living habits, and so all (Ross, 1977; Montevechhi & Piatt, 1984; Saoud et al. 2007). The total lipid (%) level in *P. stridens* caught from Mersin Bay was higher in summer and spring than in autumn and winter. The total lipid level of *Saurida lesepsianus*, a non-native fish, was found higher in summer (7.19%) (Bakan et al., 2019). In similar research indicated that the total lipid level of *Scomber japonicus* and *Trachurus trachurus* sampled from Iskenderun Bay was high in spring (Çelik, 2008). The lower total lipid level in autumn and winter can be explained by the reproductive period of this species. Karimi et al. (2019) reported that *P. stridens* breed in November and December. During this period, egg-filled gonads (Safi et al., 2014) limit the digestive system, and the number of consumption decreases. At the same time, however, energy is spent on reproduction rather than lipid production. Towards the spring and summer seasons, the number of nutrition increases, and lipid storage begins to prepare for the new breeding season.

The major fatty acid profiles of *P. stridens* were determined that palmitic acid (16:0 16.92-22.74%) and stearic acid (18:0 8.06-13.86%) in saturated, oleic acid (C18:1n9c 11.54-21.32%), palmitoleic acid (16:1 3.02-4.99%), and cetoleic acid (22:1n11 2.99-4.98%) in monounsaturated fatty acids, docosahexaenoic acid (22:6n3 5.57-13.42%) and eicosapentaenoic acid (20:5n3 3.58-5.45%) in polyunsaturated fatty acids in the present study. Compared to a similar study, it can be stated that the MUFA and PUFA group fatty acids of *P. stridens* are higher than those of *S. lesepsianus* (Bakan et al., 2019). It has been reported that palmitic acid, stearic acid, EPA, and DHA were the primary fatty acids of *Dicentrarchus labrax*, an endemic fish in the Mediterranean Sea. It has been reported in the same study that n-3 PUFA in wild *D. labrax* was found higher than cultured fish due to the commercial fish food, which is rich in SFA and MUFA while lacking in PUFA (Alasalvar et al., 2002). This indicates that nutrition affects the change in the fatty acid profile of fish. n3 PUFA fatty acids are critical structural components of the phospholipid membranes of tissues in fish, and it is known that especially docosahexaenoic acid (DHA; 22:6n3) constitutes  $\leq 36.4$  of the total fatty acids (Connor, 2000). The high MUFA and PUFA levels in *P. stridens* raise the nutritional quality of this species for human consumption.

The seasonal changes were detected in the fatty acid profiles of *P. stridens* in the present study. The highest amount of major SFA (14:0, 16:0, 18:0), MUFA (16:1, 18:1n9t, 18:1n7, 22:1n11)

except (18:1n9c) and PUFA (18:2n6c, 20:5n3, 22:6n3) were found in spring and summer in *P. stridens*. Similar results were found in *S. lesepsianus*. Unlike *P. stridens*, stearic acid was detected mostly in autumn and cetoleic acid in winter in *S. lesepsianus* (Bakan et al., 2019). The MUFA level in *S. japonicus* and *T. trachurus* were higher in spring and autumn than in winter, while PUFA level was higher in spring and winter than in autumn was noticed by Çelik (2008). It was known that MUFA in muscle has been to increase or decrease in direct proportion to the lipid contents. However, the PUFA level can be decreased after the reproduction period. In the present study, the seasonal changes of total lipid level and fatty acid profiles in *P. stridens* was found similar. It can be associated with the biological properties of *P. stridens*, such as the tolerance of temperate water, nutritional preference, reproductive cycle.

One of the essential functions of PUFA is related to its enzymatic conversion. Eicosanoids are hormone-like lipids with 20 carbon atoms and are useful in cellular growth and cell differentiation in the inflammatory and immune system. Arachidonic acid and EPA in the cell membrane are responsible for the formation of eicosanoids. Eicosanoids produced from arachidonic acid have been shown to promote adhesion of tumor cells to endothelial cells (Honn et al., 1992; Lipkin et al., 1999). The effect that n3 fatty acids can reduce the risk of cancer is the suppressive effect on Arachidonic acid biosynthesis of eicosanoids. In terms of nutritional impact, the potency of EPA and DHA

is estimated to be approximately five times the  $\alpha$ -Linolenic acid for suppression of Arachidonic acid eicosanoids (Okuyama et al., 1996). In our study, EPA (3.58-5.45%) and DHA (5.57-13.42%) ratios were more than five times compared to the recommended levels of  $\alpha$ -Linolenic acid (0.10-0.23) and arachidonic acid (0.47-0.58%) levels.

Fish or fish oil consumption has been shown to have anti-inflammatory properties (Barber, 2001) and also improve lipid profile (Schmidt et al., 1990). Various molecular mechanisms have been proposed, in which  $n3$  PUFAs potentially affect carcinogenesis. This effect firstly causes them to participate in membrane phospholipids in which they replace a certain percentage of arachidonic acid with high  $n3$  fatty acid intake (Crawford et al., 2000). Consequently, by incorporating  $n3$  fatty acids into the diet, it will be produced less than prostaglandin E2, which produces inflammation in normal and tumor tissues and promotes growth (Hardman, 2004).

The data show that the most crucial aspect of PUFA in breast cancer prevention is the ratio  $n3/n6$  (PUFA) rather than the absolute concentration of both. Studies show that ~1:1–1:2 ratio has the most protective effect against the development and growth of breast cancers (Cowing be Saker 2001). In this study, the  $n3/n6$  ratio of *P. stridens* sampled in four seasons ranged from 2.79 to 4.31. It has been reported in previous research that the  $n3/n6$  ratio of *S. lesepsianus* was found 13.20-17.10 (Bakan et al., 2019).

Consumption of foods rich in PUFA is effective in preventing heart problems. The minimum recommended PUFA/SFA level for humans is 0.45 (HMSO, 1994). In our study, the PUFA/SFA rate in muscle tissue of *P. stridens* was found to be 0.64 in spring and 0.53 in winter.

## CONCLUSION

Due to the fact that the Mediterranean has created a suitable feeding, shelter, and spawning area for non-native fish, many of them have formed populations. Apart from putting pressure on endemic species and negatively affecting fishing activities, some species create consumable species with high nutritional quality and contribute to the economy. In the present study, the lipid and fatty acid profiles determined in *P. stridens* indicate that the species has nutritional quality so that it can be consumed by humans.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Research Fund of Mersin University in Turkey with Project Number: 2017-1-TP2-2185.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

All authors contributed equally to this paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.



## Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shadidi, F., & Alexis, M. (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79(2), 145–150. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00122-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00122-X)
- Bakan, M., Erdoğan-Eliuz, E. A., & Ayas, D. (2019). Determination of seasonal changes in the fat and fatty acid profiles of *Saurida lessepsianus* (Russell, Golani and Tikochinski, 2015) caught from Mersin Bay. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(9), 1483–1489. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i9.1483-1489.2535>
- Barber, M. D. (2001). Cancer cachexia and its treatment with fish-oil-enriched nutritional supplementation. *Nutrition*, 17(9), 751–755. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(01\)00631-1](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(01)00631-1)
- Bentur, Y., Ashkar, J., Lurie, Y., Levy, Y., Azzam, Z. S., Litmanovich, M., Golik, M., Gurevych, B., Golani, D., & Eisenman, A. (2008). Lessepsian migration and tetrodotoxin poisoning due to *Lagocephalus celeratus* in the eastern Mediterranean. *Toxicon*, 52(8), 964–968. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2008.10.001>
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911–917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Boudreau, M. D., Sohn, K. H., Rhee, S. H., Lee, S. W., Hunt, J. D., & Hwang, D. H. (2001). Suppression of tumor cell growth both in nude mice and in culture by n–3 polyunsaturated fatty acids: mediation-through cyclooxygenase-independent pathway *Cancer Research*, 61(4), 1386–1391. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-19-2362>
- Çelik, M. (2008). Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the northeastern Mediterranean Sea. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(5), 933–938. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01549.x>
- Connor, W. E. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71(Suppl.), 171S–175S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.1.171S>
- Cowing B. E., & Saker, K. E. (2001). Polyunsaturated fatty acids and epidermal growth factor receptor/mitogen-activated protein kinase signaling in mammary cancer. *Journal of Nutrition*, 131(4), 1125–1128. <https://doi.org/10.1093/jn/131.4.1125>
- Crawford, M., Galli, C., Visioli, F., Renaud, S., Simopoulos, A. P., & Spector, A. A. (2000). Role of plant-derived omega-3 fatty acids in human nutrition. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 44(5-6), 263–265. <https://doi.org/10.1159/000046694>
- Ghaeni, M., Ghahfarokhi, K. N., & Zaheri, L. (2013). Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices in *Leiognathus bindus* and *Upeneus sulphureus*. *Journal of Marine Science: Research & Development*, 3, 138. <https://doi.org/10.4172/2155-9910.1000138>
- Gordon, D. T., & Ratliff, V. (1992). The implications of omega-3 fatty acids in human health. In G. E. Flick, R. E. Martin (Eds.), *Advances in seafood biochemistry: Composition and quality*. CRC Press.
- Gorga, C. (1998). A new selected comments on lipids, *Quality Assurance of Seafood Appendix 1*, 245p.
- Hardman, W. E. (2004). (n-3) fatty acids and cancer therapy. *Journal of Nutrition*, 134(12 Suppl.), 3427S–3430S. <https://doi.org/10.1093/jn/134.12.3427s>
- Heemstra, P. C. (1986). Teraponidae (pp. 543–546). In M. M. Smith, P. C. Heemstra (Eds.), *Smiths' sea fishes*. Springer-Verlag, Berlin.

- HMSO UK. (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects no. 46), London.
- Honn, K V., Nelson, K. K., Renaud, C., Bazaz, R., Diglio, C. A., & Timar, J. (1992). Fatty acid modulation of tumor cell adhesion to micro vessel endothelium and experimental metastasis. *Prostaglandins*, 44(5), 413–429. [https://doi.org/10.1016/0090-6980\(92\)90137-l](https://doi.org/10.1016/0090-6980(92)90137-l)
- Ichibara, K., Shibahara, A., Yamamoto, K., & Nakayama, T. (1996). An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids*, 31, 535-539. <https://doi.org/10.1007/BF02522648>
- Karimi, S., Katiraei, E., Soofiani, N. M., Taghavimotlagh, S. A., & Vazirizadeh, A. (2019). Feeding habits of striped piggy, *Pomadasys stridens* (Forsskal, 1775) (Haemulidae) in the northern part of the Persian Gulf. *International Journal of Aquatic Biology*, 7(2), 85-92. <https://doi.org/10.22034/ijab.v7i2.477>
- Karmali, R. A., Marsh, J., & Fuchs, C. (1984). Effect of omega-3 fatty acids on growth of a rat mammary tumor. *Journal of the National Cancer Institute*, 73(2), 457–461. <https://doi.org/10.1093/jnci/73.2.457>
- Leaf, A., & Weber, P. C. (1988). Cardiovascular effects of n-3 fatty acids, *The New England Journal of Medicine*, 318, 549-557. <https://doi.org/10.1056/NEJM198803033180905>
- Lindner, M. A. (1991). A fish oil diet inhibits colon cancer in mice. *Nutrition and Cancer*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/01635589109514105>
- Lipkin, M., Reddy, B., Newmark, H., & Lamprecht, S. A. (1999). Dietary factors in human colorectal cancer. *Annual Review of Nutrition*, 19, 545–586. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.19.1.545>
- Mavruk, S., & Avşar, D. (2008). Non-native fishes in the Mediterranean from the Red Sea, by way of the Suez Canal. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 3, 251-262. <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9073-7>
- Montevechhi, W. A., & Piatt, J. (1984). Composition and energy content of mature inshore spawning capelin (*Mallotus villosus*): implications for sea bird predators. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 78(1), 15–20. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(84\)90084-7](https://doi.org/10.1016/0300-9629(84)90084-7)
- Narayanan, B. A., Narayanan, N. K. & Reddy, B. S. (2001). Docosahexaenoic acid regulated genes and transcription factors inducing apoptosis in human colon cancer cells. *International Journal of Oncology*, 19(6), 1255–1262. <https://doi.org/10.3892/ijo.19.6.1255>
- Okuyama, H., Kobayashi, T., & Watanabe, S. (1996). Dietary fatty acids—the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Progress in Lipid Research*, 35(4), 409–457. [https://doi.org/10.1016/s0163-7827\(96\)00012-4](https://doi.org/10.1016/s0163-7827(96)00012-4)
- Rose, D. P., Connolly, J. M., & Meschter, C. L. (1991). Effect of dietary fat on human breast cancer growth and lung metastasis in nude mice. *Journal of the National Cancer Institute*, 83(20), 1491–1495. <https://doi.org/10.1093/jnci/83.20.1491>
- Safi, A., Khan, M. A., Hashmi, M. U. A., & Khan, Z. (2014). Studies on gonadosomatic index & stages of gonadal development of striped piggy fish, *Pomadasys stridens* (Forsskal, 1775) (Family; Pomadasyidae) of Karachi coast, Pakistan. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(5), 28-31.
- Saoud, I. P., Batal, M., & Lebbos, G .N. (2007). Seasonal variation in highly unsaturated fatty acid composition of muscle tissue of two fishes endemic to the eastern Mediterranean. *Ecology of Food and Nutrition*, 46(2), 77–89. <https://doi.org/10.1080/03670240701282456>
- Schmidt, E. B., Varming, K., Ernst, E., Madsen, P., & Dyeberg, J. (1990). Dose-response studies on the effect of n-3 polyunsaturated fatty acids on lipids and haemostasis. *Thrombosis and Haemostasis*, 63(1), 1-5.
- Sommer, C., Schneider W., & Poutiers J. M. (1996). FAO species identification field guide for fishery purposes, Rome. The living marine resources of Somalia. , FAO.

Tsai, W. S., Nagawa, H., Kaizaki, S., Tsuruo, T., Muto, T. (1998). Inhibitory effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on sigmoid colon cancer transformants. *Journal of Gastroenterology*, 33, 206–212. <https://doi.org/10.1007/s005350050071>

Ulbricht, T. L. V., Southgate, D A. T. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338(8773), 985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-m](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-m)

Weihrach, J. L., Posati, L. P., Anderson, B. A., & Exler, J. (1975). Lipid conversion factors for calculating fatty acid contents of foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 54, 36-40. <https://doi.org/10.1007/BF02671370>



## The Effect of Different Ground Materials on the Survival Rate of *Tubifex tubifex* (Müller, 1774) under Light/Dark Photoperiod Conditions and Mineral Matter Composition

Pınar Çelik<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey

✉ Corresponding Author: pinarakaslan@yahoo.com

### Please cite this paper as follows:

Çelik, P. (2020). The Effect of Different Ground Materials on the Survival Rate of *Tubifex tubifex* (Müller, 1774) under Light/Dark Photoperiod Conditions and Mineral Matter Composition. *Acta Natura et Scientia*, 1 (1): 24-35.

### ARTICLE INFO



Received: 19.08.2020

Accepted: 13.10.2020

### Keywords

*Tubifex tubifex*

Aquaculture

Ground material

Mineral composition

### ABSTRACT

In this study, two experimental studies were conducted with *Tubifex tubifex*, which was adapted to laboratory conditions after being collected from nature. In the first experiment, the effect of some ground materials that can be used in controlled breeding conditions on the survival rates of *T. tubifex* was investigated. For this purpose, 7 different ground materials (trout mud, grain, vegetables, fish offal, cow liver, cow dung, and sand) were used. Initially, 20 *T. tubifex* were stocked for each repetition of the experimental groups consisting of these materials. At the end of the 45-day experiment, the number of alive individuals in the groups was compared. At the end of the experiment, alive individuals were observed in 3 groups including trout mud, cow dung, and sand. In the second experiment, the mineral substance compositions of living *T. tubifex* samples collected from nature were compared with the mineral substance compositions of alive individuals kept at different water temperatures (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C) for 90 days. In terms of magnesium, potassium, iron, copper, and zinc, statistically differences were found between the values measured at the beginning and at the end of the experiment. At the beginning of the experiment, while magnesium values tended to decrease in some groups, it increased in other groups. At the end of the experiment, it was determined that the potassium level was lower in all groups. At the end of the experiment, it was observed that the iron, copper, and zinc values were much higher than the values at the beginning of the experiment.

# Aydınlık/Karanlık Fotoperiyot Şartlarında Farklı Zemin Materyallerinin *Tubifex tubifex* (Müller, 1774)'in Hayatta Kalma Oranına Etkisi ve Mineral Madde Kompozisyonu

## ÖZET

Bu çalışmada doğadan toplandıktan sonra laboratuvar şartlarına adapte edilen *Tubifex tubifex* ile iki deneme yapılmıştır. Birinci denemede, kontrollü yetiştiricilik şartlarında kullanılabilir bazı zemin materyallerinin *T. tubifex*'in hayatta kalma oranlarına etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 7 farklı (alabalık çamuru, tahıl, sebze, balık sakatları, inek ciğeri, inek gübresi ve kum) zemin materyali kullanılmıştır. Bu materyallerden oluşan deneme gruplarının her bir tekerrürüne başlangıçta 20'şer adet *T. tubifex* stoklanmıştır. Kırk beş günlük deneme sonunda gruplardaki canlı sayıları karşılaştırılmıştır. Deneme sonunda 3 grupta (alabalık çamuru, inek gübresi ve kum) canlı bireyler gözlenmiştir. İkinci denemede doğadan toplanan canlı *T. tubifex* örneklerinin mineral madde kompozisyonları ile farklı su sıcaklıklarında (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C) 90 gün tutulan canlıların mineral madde kompozisyonları karşılaştırılmıştır. Magnezyum, potasyum, demir, bakır ve çinko bakımından deneme başlangıcı ve deneme sonunda ölçülen değerler arasında istatistiksel açıdan farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Deneme başlangıcında magnezyum değerleri bazı gruplarda düşüş eğilimi gösterirken bazı gruplarda ise artmıştır. Deneme sonunda potasyum seviyesinin tüm gruplarda daha düşük değerlerde olduğu belirlenmiştir. Demir, bakır ve çinko değerlerinin ise deneme sonunda deneme başlangıcındaki değerlere göre çok daha yüksek seviyelerde çıktığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Tubifex tubifex*, Yetiştiricilik, Zemin materyali, Mineral kompozisyonu.

## GİRİŞ

*Tubifex tubifex*, dünya çapında dağılım gösteren ve tatlı su ekosisteminde bol bulunan bentik organizmalardandır (Brinkhurst, 1971; Lazim & Learner, 1986; Koşal Şahin & Yıldız, 2011). Verimli/verimsiz her türlü su ortamında, organik maddece zengin akarsularda ve lağım suyu, mezbahane ve sığır işletme atıklarının döküldüğü kirli dere yataklarında bol miktarda bulunmaktadır (Brinkhurst & Jamieson, 1971; Chekanovskaya, 1981; Lazim & Learner, 1986; Timur vd., 1993). Bu türlerin kozmopolitan bir dağılım göstermesine ve organik olarak kirli ekosistemlerde işlevsel öneme sahip olmasına rağmen, ne yazık ki bu türlerin yetiştiriciliğiyle ilgili

yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Lazim & Learner, 1986).

*T. tubifex* içermiş olduğu  $\omega$ -3 ve  $\omega$ -6 serisi yağ asitleri, esansiyel aminoasit ve karotenoid pigmentlerinden dolayı özellikle tatlı su akvaryum balıklarının beslenmesinde kullanılan en önemli canlı yem türlerinden biridir (Yanar vd., 2003). Zengin besin madde kompozisyonunun yanında ince ve uzun vücut formları, kolay yenilmesi, kolay sindirilmesi, büyümeye ve üremeye olan pozitif katkısından dolayı *T. tubifex*'e olan talep giderek artmaktadır. Ayrıca *T. tubifex*'in üreme döngüsünün kısa olması da kültüre alınması açısından önemlidir (Kaster, 1980).

Mineraller, balıklar için gerekli olan bir grup inorganik besin maddeleridir (Bilgüven, 2002). Balıklar ihtiyaç duydukları mineral maddenin iz miktarda da olsa bir kısmını içinde buldukları su ortamından alabilse de, asıl mineral ihtiyaçlarını tükettikleri yemlerden almaktadırlar (Antony Jesu Prabhu, 2015). Tükettikleri yemlerdeki mineral miktarı balığın vücudundaki mineral dengesini doğrudan etkileyebilir (Antony Jesu Prabhu, 2015). Bundan dolayı balık yemi olarak kullanılan *T. tubifex*'in mineral kompozisyonunun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bilinen 90 civarındaki inorganik elementin 29 tanesinin balıklar için gerekli olduğu düşünülmektedir (Lall & Milley, 2008). Bu nedenlerden dolayı akvaryum balıklarını beslemede canlı yem olarak kullanılan *T. tubifex*'lerin vücutlarındaki mineral miktarları tespit edilmesi besleme çalışmaları açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada doğadan toplanıp kontrollü laboratuvar şartlarında tutulan *T. tubifex*'in yetiştiriciliğinin yapılmasına katkı sağlayabilmek açısından denemeler yapılmıştır. Farklı zemin ortamlarında tutulan *T. tubifex*'lerin aydınlık ve karanlık ışık uygulamalarında hayatta kalma ve üreyebilme kapasiteleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra akvaryum balıkları için değerli bir canlı yem türü olmasından dolayı *T. tubifex*'in bünyesindeki mineral madde kompozisyonunun belirlenmesi de önemlidir. Bu amaçla bu çalışmada zemin materyallerinin hayatta kalmaya etkisinin yanı sıra mineral madde kompozisyonlarının da tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla doğadan toplanan

*T. tubifex*'lerin kontrollü kültür ortamında mineral madde içeriklerinin değişimleri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Farklı Zemin Materyallerinin Hayatta Kalmaya Etkisi

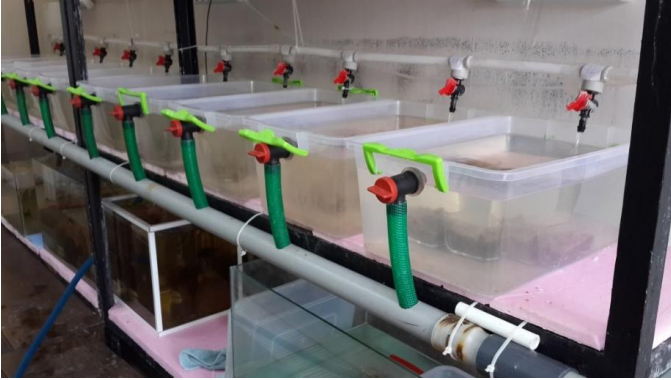
Bu çalışmada *T. tubifex*'in kontrollü şartlarda yetiştiriciliğinin yapılması durumunda kullanılacak bazı zemin materyallerin *T. tubifex*'in hayatta kalması üzerine etkisi test edilmiştir. Bu materyallerin seçiminde daha önceki çalışmalardan yararlanılarak 7 farklı materyal zemin olarak kullanılmıştır. Bunlar;

- *Alabalık havuzlarından alınan çamur*; bu materyal beton havuzlarda alabalık yetiştiriciliği yapan faal bir ticari alabalık çiftliğinin çıkış suyu civarındaki havuzda biriken çamur formundaki zemin materyalidir.
- *Tahıl (Arpa+Buğday)*; bu materyal organik olması ve daha önce yapılan çalışmalarda kullanıldığı için denemelerde tercih edilmiştir. Arpa:buğday oranı 1:1 olacak şekilde planlanmıştır.
- *Sebze (Marul+Muz)*; marketten alınan marul ve muzlar küçük parçalara ayrılarak deneme kabını dolduracak şekilde konulmuştur.
- *Balık atıkları*; bu materyal balık halindeki balıkların sattıkları balıkların içini temizledikten sonra balık atıklarını atıkları kovadan rastgele olarak alınmıştır.
- *Dana ciğeri*; kasaptan satın alınarak temin edilmiştir.

- İnek gübresi; kurutulmuş inek gübresi kullanılmıştır.
- Sadece kum; kuartz kum kullanılmıştır.



**Şekil 1.** Her birine 20'şer adet *T. tubifex* stoklanan tekerrür grupları.



**Şekil 2.** Farklı zemin materyallerinin kullanıldığı denemenin yapıldığı sürekli su akışının olduğu kapalı devre deneme sistemi.

Bu materyaller zemin olarak kullanılsa da aynı zamanda *T. tubifex* için besin olarak da kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Bu deneme 20°C sabit su sıcaklığında haftada iki defa pul yem ile yemleme yapılacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir grup 3 tekerrürden oluşturulmuş, her bir tekerrür kabına 20'şer adet *T. tubifex* stoklanmıştır. Deneme boyunca takip edilen ortalama su parametreleri şu şekilde

ölçülmüştür: Sıcaklık;  $19,74 \pm 0,22^\circ\text{C}$ , çözünmüş oksijen;  $8,36 \pm 0,41 \text{ mgL}^{-1}$ , pH;  $7,39 \pm 0,10$ , iletkenlik;  $688,33 \pm 40,72 \mu\text{s}$ ,  $\text{NO}_2 < 0,027 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $\text{NO}_3 < 8,347 \text{ mgL}^{-1}$ ,  $\text{NH}_4 < 0,285 \text{ mgL}^{-1}$ .



**Şekil 3.** İki farklı fotoperiyot uygulaması kullanılan deneme sisteminin genel görüntüsü (üstteki sistemde 24 saat karanlık, alttaki sistemde 12 saat aydınlık/12 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır).

Kurtların farklı besin ortamındaki üreme ve yaşama performanslarını gözleyebilmek için, deneme başı canlı sayısı (her bir tekerrüre 20 adet kurt) (Şekil 1) ile deneme sonu canlı sayısı arasındaki fark hesaplanmıştır. Bu deneme 45 gün sürmüştür. Her bir tekerrür grubuna haftada 2 defa 0,25'er gr pul yem (Tetramin Pul Yem) verilmiştir. Deneme sonuna kadar su değişimi

yapılmamıştır. Ancak sistemden buharlaşma, taşma, damlama vb. gibi çeşitli yollarla azalan su miktarı sürekli kontrol edilerek başlangıç seviyesindeki miktara tamamlanmıştır.

Bu aşamada 7 farklı besin ortamının araştırılmasının (Şekil 2) yanı sıra, aynı besin ortamlarının 24 saat karanlıkta tutulan kurtlar üzerindeki etkisi de test edilmiştir (Şekil 3). Böylelikle, zamanlı olarak hem besin ortamının etkisi hem de ışık periyodunun etkisinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. İlk sistemde (Şekil 1, Şekil 2) 12 saat aydınlık/12 saat karanlık ışık periyodu uygulanırken, diğer sistemde tankların etrafı tamamen kapatılarak 24 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır. Bu şekilde deneme sonunda elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır. Bu iki sistemde fotoperiyot dışındaki diğer tüm koşullar eşit tutulmuştur.

### **Mineral Madde Kompozisyonunun Belirlenmesi**

Çalışmada kullanılan *T. tubifex*, Eskişehir il sınırlarındaki Porsuk Çayı'ndan *T. tubifex* toplayan profesyonel bir toplayıcıdan temin edilmiştir. Soğuk zincir şartlarını muhafaza ederek transfer edilen *T. tubifex* laboratuvardaki kültür ortamlarına stoklanmıştır. Stoklanmadan önce doğadan getirilen canlıların mineral madde kompozisyonunu belirlemek amacıyla deneme başlangıcında örnekler alınmıştır. Laboratuvara getirilen canlıların yeni ortamlarına adapte olmaları beklenmiştir. Daha sonra sekiz farklı su sıcaklığında (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C) 90 gün tutulan *T. tubifex*'lerin deneme sonu mineral madde kompozisyonları İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon

Spektrokopisi (ICP-OES) ile ölçülmüştür. Denemede her bir grup için 100'er litrelik cam akvaryumlar kullanılmıştır. Her bir gruba 150'şer gram (canlı yaş ağırlık) *T. tubifex* stoklanmıştır. Çalışma sonunda deneme başı ve deneme sonu mineral madde miktarları karşılaştırılmıştır.

Mineral içeriklerin belirlenebilmesi için öncelikle örnekler çözündürülmüştür. Bunun için Aydın (2008)'a göre HNO<sub>3</sub> asit ile mikrodalga ile yakma kullanılmıştır. Belirli miktarlarda tartımı alınmış örnekler asit karışımı mikrodalga ile yakılarak çözünürleştirilmiştir. Daha sonra örnekler soğumaya bırakılmış ve saf su ile süzme işlemleri ile ICP-OES için hazır hale getirilmiştir. Element içerikleri, ICP-OES cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

## **BULGULAR**

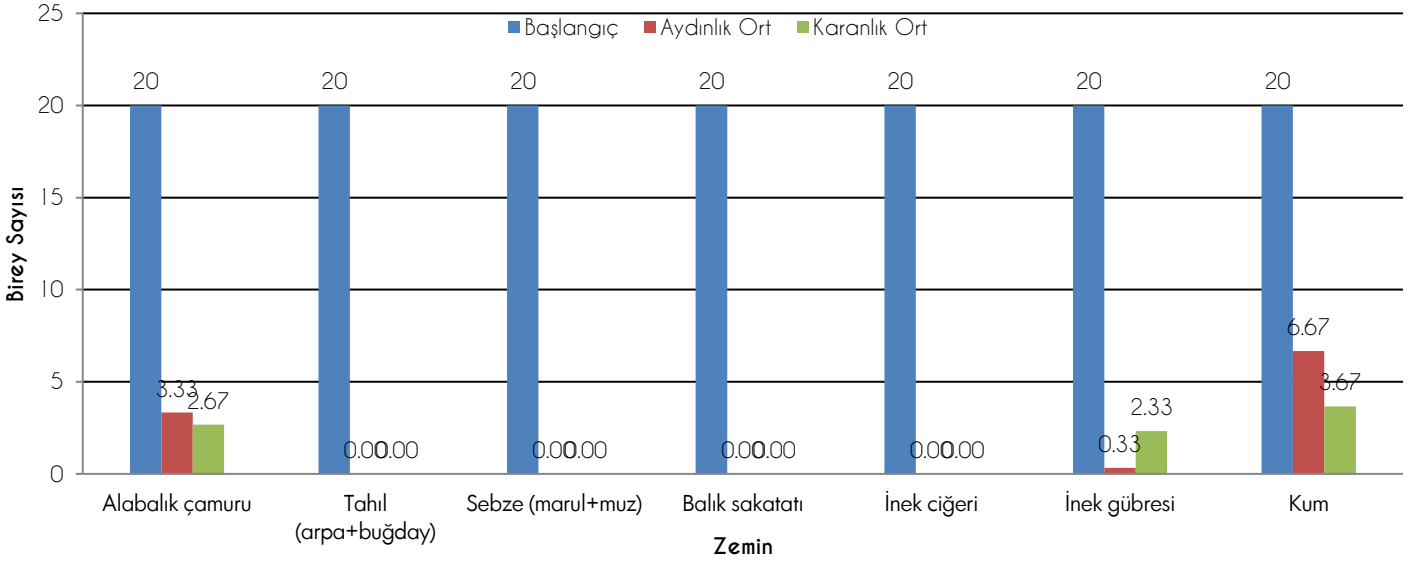
### **Farklı Zeminlerin Hayatta Kalmaya Etkisi**

Bu aşamada 7 farklı besin ortamı zemin materyali olarak kullanılmıştır. Sadece bu materyallerden oluşan zemin gruplarının her bir tekerrürüne başlangıçta 20'şer adet *T. tubifex* stoklanmıştır. Bu gruplar haftalık 2 defa (0,25 gr pul yem × 2 kez) yemlenmişlerdir. 45 gün sonunda gruplardaki canlı sayılarındaki değişim Tablo 1 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tablo 1'de gösterildiği gibi zemin materyallerinin neredeyse tamamında canlı sayısı sifıra inmiştir. Deneme sonunda sadece 3 grupta canlıya rastlanabilmiştir (Şekil 4). Bu durumun bu materyallerdeki zamanla oluşan çürümeden kaynaklandığı gözlenmiştir. Çürüyen ortam canlılar için yaşanamaz hale gelmiştir. Bazı materyallerin üzeri sümüksü bir



Farklı Zemin Ortamlarında Yaşama Oranları (Adet)



Şekil 4. Aydınlik ve karanlık fotoperiyot uygulanmış ve 7 farklı zeminde 45 gün tutulan *T. tubifex*'lerin deneme sonundaki canlı sayıları (adet).

Tablo 1. Farklı zemin ortamına stoklanan ve karanlık ve aydınlık fotoperiyot dönemlerinde 45 gün tutulan *T. tubifex*'lerin gruplardaki deneme başı ve deneme sonu canlı sayısındaki değişim (Her bir grup için 3 tekerrür yapılmıştır).

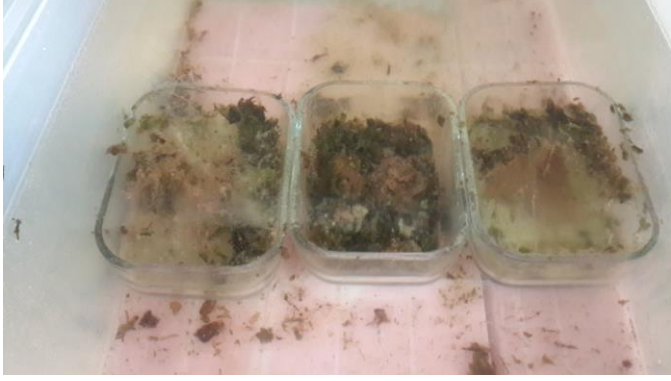
Zemin Materyali	12 Saat Aydınlik / 12 Saat Karanlık				24 Saat Karanlık			
	Başlangıç Canlı Sayısı	Deneme Sonu Ort. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Min. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Maks. Canlı Sayısı	Başlangıç Canlı Sayısı	Deneme Sonu Ort. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Min. Canlı Sayısı	Deneme Sonu Maks. Canlı Sayısı
Alabalık çamuru	20	3.33	0	6	20	2.67	0	4
Tahıl (arpa+buğday)	20	0	0	0	20	0	0	0
Sebze (marul+muz)	20	0	0	0	20	0	0	0
Balık sakatları	20	0	0	0	20	0	0	0
İnek ciğeri	20	0	0	0	20	0	0	0
İnek gübresi	20	0.33	0	1	20	2.33	2	3
Kum	20	6.67	4	9	20	3.67	2	5

katmanla kaplanmıştır (Şekil 5). Bundan dolayı bu materyallerin yoğun bir şekilde olduğu ortamlarda *T. tubifex*'in yaşama şansının çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

*T. tubifex*' in doğal yaşam alanlarının mezbaha atık suları, kanalizasyon suları, sanayi

atıklarının yoğun olduğu kirlilik oranı yüksek sular olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı *T. tubifex* yetiştiriciliğinin yapılacağı suyun kalitesinin çok iyi olması beklenmemektedir. Diğer yandan daha önce *T. tubifex* yetiştirme denemesi yapılan çalışmalarda da benzer zemin materyalleri kullanılmıştır. Ancak bu denemede

materyallerde meydana gelen çürümeden dolayı *T. tubifex*'lerin hayatta kalma oranları oldukça düşük çıkmıştır. Bazı gruplarda ise canlıların tamamı ölmüştür.



**Şekil 5.** Zamanla çürüyen ortamın görüntüsü (Üzerinde sümüksü/mantarimsi bir oluşum dikkat çekmektedir).

### Mineral Madde Kompozisyonunun Belirlenmesi

*T. tubifex*'lerin mineral madde kompozisyonlarının belirlenmesi için öncelikle doğadan toplanan *T. tubifex*'lerin mineral madde içerikleri ölçülmüştür. Daha sonra *T. tubifex*'ler laboratuvarındaki 8 farklı su sıcaklığında (14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28°C)

akvaryumlara stoklanışlardır. Her bir tekerrüre başlangıçta 150'şer gr canlı *T. tubifex* stoklanmıştır. *T. tubifex*'ler 90 gün boyunca bu sıcaklıklarda tutulmuşlar ve bu süre boyunca akvaryumlara günlük akvaryum yemi eklenmiştir. Deneme sonunda yeniden mineral madde kompozisyonları ölçülmüştür. Deneme sonunda elde edilen mineral madde içerikleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Ölçüm yapılan 5 mineral madde içinde ilk alınan örneğe göre deneme sonunda miktar olarak artış gösterenler Tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre Magnezyum sadece 28°C'de artış göstermiştir. Demir, bakır ve çinko değerlerinde tüm deneme gruplarında ilk örneğe göre artış gözlemlenmiştir. Potasyumda ise tüm gruplarda ilk örneğe göre azalma tespit edilmiştir. Magnezyum değerleri açısından bakıldığında doğadan toplanan canlılar ile 90 gün boyunca laboratuvar ortamında tutulan canlıların değerleri açısından önemli farklılıklar olmadığı söylenebilir. Ancak aynı durum potasyum ve demir için geçerli değildir.

**Tablo 2.** Farklı su sıcaklıklarında tutulan *T. tubifex*'lerin vücutlarındaki mineral madde seviyeleri.

Sıcaklık (°C)	Mineral Madde (ppm)				
	Mg	K	Fe	Cu	Zn
Başlangıç	301,60	6709,50	894,60	0,029	114,20
14°C	248,60	4388,10	2239,70	0,081	578,90
16°C	268,80	5147,50	2013,90	0,162	566,00
18°C	254,80	2818,70	3836,20	0,207	545,90
20°C	341,80	3874,70	3885,90	0,173	480,70
22°C	272,90	4499,20	3630,60	0,110	442,20
24°C	276,50	3680,40	4188,00	0,122	459,00
26°C	254,40	4188,10	3320,10	0,110	494,70
28°C	305,40	4467,60	4562,40	0,119	664,10

Çünkü doğadan toplanan örneklerde potasyum oranının daha yüksek olduğu görülmektedir. Diğer yandan doğadan toplanan *T. tubifex*'lerin demir oranları laboratuvarında koşullarında tutulan bireylerden 3-4 kat daha az çıkmıştır. Benzer sonuç bakır ve çinko için de söylenebilir. Özetle doğadan toplanan *T. tubifex*'ler bir süre kontrollü yetiştiricilik şartlarında tutulurlarsa bünyelerindeki mineral madde içeriklerinde değişimler olmaktadır. Ancak bu değişimlerin hangi şartlarda ne oranda olacağı doğrudan ortam şartları, zemin, su sıcaklığı ve besleme gibi pek çok şarta bağlı olarak değişim gösterebilir.

## TARTIŞMA

*T. tubifex* akvaryum balıklarının beslenmesinde kullanılan çok değerli bir canlı yem türüdür. Sektörde kullanılan *T. tubifex*'lerin hemen hemen tamamı doğadan yakalanıp pazara sunulmaktadır. *T. tubifex*'ler daha çok organik ve inorganik yükleri çok fazla olan aşırı kirli sulardan toplanmaktadır. Bundan dolayı da bu canlı ile beslenen balık türleri yüksek seviyede hastalık riski taşımaktadır. Sadece bu nedenden dolayı pek çok balık üreticisi besin değeri yüksek olmasına rağmen bu canlıları kullanmak istememektedir. Diğer taraftan *T. tubifex*'lerin gerek balıkların büyüme performansını arttırmada gerekse üreme performanslarını arttırmada çok verimli bir canlı yemdir. *T. tubifex*'in kontrollü şartlarda yetiştirilmeleri, taşıdıkları bu risklerin azalmasını veya yok olmasını sağlayabilir. Bunun için bu canlıların insan eli altında üretilip yetiştirilmesi çok önemlidir. Bu canlı türünün yetiştirilebilmesi

için uygun şartların belirlenmesi de bu çalışmadaki gibi çok sayıda deneme yapılmasını gerektirmektedir.

Oplinger vd. (2011), *T. tubifex* yetiştiriciliği konusunda yaptıkları dört aşamalı bir çalışmada, farklı besin, rasyon, sıcaklık ve stok yoğunluğu değerlerinin *T. tubifex*'in üreme, yavru verimi ve ergin bireylerinin yaşama oranları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Denemenin birinci aşaması neticesinde sığır gübresi ile beslenen gruptaki bireylere ait yaşama oranı, yavru verimi ve büyüme performanslarının düşük olduğunu, ticari balık yemi veya *Spirulina* katkılı yem ile beslenen gruplarda ise bu değerlerin en yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Farklı rasyonların etkilerini görmek üzere yapılan ikinci denemede, canlı ağırlığın %0, %2,5, %5 ve %10'u oranlarında ticari yem ile beslenen bireylerin büyüme ve yavru verimlerini incelemişler, en iyi değerlerin %5 ile %10 rasyonlarında gözlendiğini belirtmişlerdir. Sıcaklığın *T. tubifex* üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yapılan diğer aşamada, en iyi büyüme ve yaşama oranlarının 12-27°C aralığında gerçekleştiğini, 21°C'nin altındaki sıcaklıklarda ise yavru veriminin olumsuz etkilendiğini kaydetmişlerdir. Denemenin sonaşmasında ise yedi farklı stok yoğunluğunun *T. tubifex* üzerindeki etkilerini araştırmışlar, sonuçta en düşük stok yoğunluğu değerinin uygulandığı gruplarda, diğer gruplara göre daha yüksek yavru verimi ve biyomas artışı gözlendiği tespit edilmiştir.

Begum vd. (2014), farklı kültür ortamları kullanılarak *T. tubifex*'in yetiştiriciliğinde en

uygun kültür tekniğinin bulunması amacıyla yaptıkları çalışmada; 145 gün boyunca devam eden deneyde kültür ortamı olarak inek gübresi, taze balık ve bitkiler olmak üzere 3 farklı kültür ortamı kullanmıştır. Her ortama deney boyunca haftalık olarak 250 mg/cm<sup>2</sup> oranında yem verilmiştir. Çalışma sonunda 3 kültür ortamı arasında, taze balık sisteminde her ne kadar dikkate değer bir kurt üremesi gözlenirse de kurtların en iyi gelişip büyüdüğü kültür ortamının inek gübresi olduğu bulunmuş, bitki ortamında ise önemli bir kurt üremesi gözlemlenmemiştir. 3 kültür ortamından elde edilen miktarlar inek gübresinde 8,192 gr/g, taze balıkta 4,14 mg/g ve bitki ortamında 2,43 mg/g olarak bulunmuştur. Sonuç olarak yapılan çalışmada kurtların en iyi büyüüp geliştiği inek gübresi ortamının daha uygulanabilir, daha kolay ve daha ekonomik olduğu görülmüştür.

Pasteris vd. (1996), yaptıkları çalışmada, sucül Oligochaeta'lerden *T. tubifex*'in popülasyon yapısı ile besin mevcudiyeti arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla farklı besin seviyelerinde selüloz substrat kullanımının *T. tubifex*'in kohort ve kısa zamanlı kültürleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kısa zamanlı deneylerde, *T. tubifex*'in yumurta üretimi ve büyümesi üzerinde selüloz substrat kullanılabileceği görülmüş fakat kohort kültürlerde aynı sürede yeni yavruların selüloz substrat üzerinde henüz büyümediği görülmüştür.

Paoletti (1989), *T. tubifex*'in '*tubifex*' ve '*blanchardi*' formlarının yetiştiriciliğinde farklı sıcaklık değerlerinin etkilerini incelemek üzere bir

deneme gerçekleştirmiştir. Deneme sonucunda '*blanchardi*' formlarının düşük sıcaklık değerlerini daha az tolere edebildiğini, daha geç eşeyssel olgunluğa ulaşıp, daha düşük yumurta verimi gösterdiğini belirtmiş; ayrıca '*blanchardi*' formlarının gelişimlerini sürdürebilecekleri minimum sıcaklık değerinin 8°C olduğunu, '*tubifex*' formları için ise bu değer 0°C olduğunu kaydetmiştir.

Hossain vd. (2011), Tubificid türlerinin yetiştiriciliğinde soya küspesi ve hardal küspesinin etkilerini incelemiştir. Deneme sonucunda %30 soya küspesi, %20 hardal küspesi, %20 buğday kepeği, %20 sığır gübresi ve %10 kum içeren zemin materyalinde en iyi yavru veriminin gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Finogenova & Lobasheva (1987), *T. tubifex*'in büyümesine etki eden faktörlerin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, zeminde organik maddenin bolluğu başta olmak üzere çeşitli faktörlerin büyüme üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Ebrahimi vd. (2009), *Tubifex* kurtlarının yetiştiriciliğinde biyomas artışı üzerinde zemin materyalinin etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada inek gübresi ve marul materyallerinin *Tubifex tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Aston (1968), bir Tubificid türü olan *Branchura sowerbyi*'nin fekondite, büyüme ve hayat döngüsü üzerine sıcaklığın etkisini araştırmıştır. Laboratuvar şartlarında yapılan çalışmada, olgun kurtlarda kurt salınımı ve cinsel olarak olgun olmayan kurtlarda büyüme için uygun sıcaklığın 25°C civarı olduğu bulunmuştur. Cinsel olarak olgun olmayan

kurtlarda büyüme için uygun sıcaklık her ne kadar düşük olsa da (10-15°C), 20-25°C'de olgun olmayan kurtların büyütülmesi sonucunda daha yüksek oranda kokon üretimi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Marian vd. (1989), *T. tubifex* yetiştiriciliğinde önceki yetiştiricilik çalışmalarından daha az maliyetli yeni bir yetiştiricilik sistemi denemişlerdir. Çalışma, 36 akvaryumdan oluşan kapalı devre sistemde gerçekleştirilmiş ve zemin materyali olarak inek gübresi kullanılmıştır. Çalışma sonunda sistemin üretkenlik kapasitesi 1 kg kurt/25 kg inek gübresi olarak bulunmuştur.

Ahamed & Mollah (1992), yaptıkları çalışmada Tubificid türlerinin yetiştiriciliğinde, kültür ortamına farklı seviyelerde eklenen buğday kepeği ve hardal yağı lapasının etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, Tubificid türleri %35 buğday kepeği, %20 hardal yağı lapası, %25 inek gübresi ve %20 ince kum içeren kültür ortamında 60 günde 419,4 mg/cm<sup>2</sup> oranında bir üretim göstermişlerdir. Çalışmada ayrıca yeni kurt yavrularının deney başlangıcından 20 gün sonra görüldüğü ve 1,0 gr kurt üretimi için 2,85 gr ham zemin materyali gerektiği de rapor edilmiştir.

Ünal (2003), yaptığı denemede farklı besi ortamlarının ve su debisinin *T. tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada %75 sığır gübresi ve %25 kum içeren ortama (kontrol grubu), %3 oranında çığit küspesi ve kan unu ilavesinin *T. tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkisi olmamış ( $P>0,0\pm 5$ ), ancak soya küspesi ilavesinin *T. tubifex*'in biyomas artışı üzerine etkili olduğu bulunmuştur.

Yanar vd. (2003), *T. tubifex*'in besin kompozisyonunun belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada *T. tubifex*'in oransal dağılımı olarak ham protein %11,02±0,58, lipit %2,14±0,06, kül %1,83±0,16 ve kuru madde %18,78±0,83 değerleri bulunduğunu belirtmiştir. Toplam yağ asidi miktarı 7,28 mg/100mg kuru ağırlık olup bunun %18'ini ω-3 (C18:3n3 ve C20:5n3) ve %22'sini ω-6 (C18:2n6c ve C20:4n6) serisi yağ asitlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. Esansiyel aminoasitlerinden en fazla bulunanı (amino asit g/100 g protein) lizin (6,54±0,12) ve lösin (6,52±0,13) olup bunu sırasıyla arjinin (5,39±0,04), valin (4,92±0,09), treonin (4,81±0,09), fenilalanin (4,36±0,09), isolösin (4,31±0,08), tiyrosin (2,74±0,07), histidin (2,67±0,03) ve metionin (1,82±0,04) izlemiş ve toplam karotenoid miktarı ise 15,02±0,80 mg/kg olarak tespit edilmiştir. ±

## SONUÇ

Literatürdeki çalışmalar göz önüne alındığında *T. tubifex* türünün kültürü ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu gözlenmektedir. Bundan dolayı da bu türün yetiştiriciliğine yönelik çalışmaların önemi artmaktadır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha detaylı araştırmalara gerek duyulduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulguların ileride bu konuda yapılacak bilimsel çalışmalara kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma 213O033 nolu TÜBİTAK projesi ve ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon

Birimi (BAP) tarafından FHD-2018-1436 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

## ETİK STANDARTLARA UYGUNLUK

### Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ahamed, M. T., & Mollah, M. F. A. (1992). Effects of various levels of wheat bran and mustard oil cake in the culture media on tubificid production. *Aquaculture*, 107(1), 107-113.
- Antony Jesu Prabhu, P. (2015). *Minerals in fish: does the source matter?* [PhD Thesis. Wageningen University, The Netherlands]. 267p.
- Aston Finogenova, N. P., & Lobasheva, T. M. (1987). Growth of *Tubifex tubifex* Müller (Oligochaeta, Tubificidae) under various trophic conditions. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, 72(6), 709-726.
- Aston, R. J. (1968). The effect of temperature on the life cycle, growth and fecundity of *Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta: Tubificidae). *Journal of Zoology*, 154(1), 29-40.
- Aydin, I. (2008). Comparison of dry, wet and microwave digestion procedures for the determination of chemical elements in wool samples in Turkey using ICP-OES technique. *Microchemical Journal*, 90(1), 82-87. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.03.011>
- Begum, M., Noor, P., Ahmed, K. N., Sultana, N., Hasan, M. R., & Mohanta, L. C. (2014). Development of a culture techniques for Tubificid worm, under laboratory conditions. *Bangladesh Journal of Zoology*, 42(1), 117-122.
- Bilgüven, M. (2002). *Yemler Bilgisi, Yem Teknolojisi ve Balık Besleme*. Akademisyen Yayınları.
- Brinkhurst, R. O. (1971). Guide for the Identification of British aquatic Oligochaeta. Freshwater Biological Association Scientific Publication, No: 22, Toronto. 55.
- Brinkhurst, R. O., & Jamieson, B. G. M. (1971). *Aquatic Oligochaeta of the world*. Oliver and Boyd.
- Chekanovskaya, O. V. (1981). *Aquatic oligochaeta of the USSR*. Amerind Publishing Company.
- Hossain, A., Hasan, M., & Mollah, M. F. A. (2011). Effects of soybean meal and mustard oil cake on the production of live fish food Tubificid worms in Bangladesh. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3, 183-189.
- Kaster, J. L. (1980). The reproductive biology of *Tubifex tubifex* Müller (Annelidae: Tubificidae). *American Midland Naturalist*, 104, 364-366.
- Koşal Şahin S., & Yıldız S. (2011). Species distribution of oligochaetes related to environmental parameters in Lake Sapanca (Marmara Region, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11 (3), 359-366. [https://doi.org/10.4194/1303-2712-v11\\_3\\_04](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v11_3_04)
- Lall, S. P., & Milley, J. E. (2008). Trace mineral requirements of fish and crustaceans (pp. 203-214). In P. Schlegel, S. Durosoy, A. W. Jongbloed (Eds.), *Trace elements in animal production systems*. Wageningen Academic Publishers.
- Lazim, M. N., & Learner, M. A. (1986). The life-cycle and productivity of *Tubifex tubifex* (Oligochaeta; Tibificidae) in the Moat-Feeder Stream, Cardiff, South Wales. *Ecography*, 9(3), 185-192.
- Marian, M. P., Chandran, S., & Pandian, T. J. (1989). A rack culture system for *Tubifex tubifex*. *Aquacultural Engineering*, 8(5), 329-337.
- Oplinger, R. W., Bartley, M., & Wagner, E. J. (2011). Culture of *Tubifex tubifex*: Effect of feed type, ration, temperature, and density on juvenile recruitment, production, and adult survival. *North American Journal of Aquaculture*, 73, 68-75.
- Paoletti, A. (1989). Cohort cultures of *Tubifex tubifex* forms. *Hydrobiologia*, 180, 143-150.

Pasteris, A., Bonomi, G., & Bonacina, C. (1996). Age, stage and size structure as population state variables for *Tubifex tubifex* (Oligochaeta, Tubificidae). *Hydrobiologia*, 334 (1-3), 125-132.

Timur, G., Timur, M., Turna, I., Kubilay, A., & İkiz, R. (1993). Tubificid culture, *Turkish Journal of Zoology*, 20, 99-101.

Ünal, H. (2003). *Tubifeks (Tubifex tubifex) yetiştiriciliğinde farklı besi ortamlarının etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana].

Yanar, M., Yanar, Y., & Genç, M. A. (2003). *Tubifex tubifex* Müller, 1774 (Annelidae)'in Besin Kompozisyonu. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2), 103-110.



## First Report of Albinism in Turkish Crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) (Crustacea, Decapoda, Astacidae)

Semih Kale<sup>1</sup> • Selçuk Berber<sup>2</sup> • Deniz Acarlı<sup>3</sup> • Tekin Demirkıran<sup>4</sup> • Pervin Vural<sup>5</sup> • Sefa Acarlı<sup>6</sup> • Bayram Kızılkaya<sup>6</sup> • Evren Tan<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Fishing and Fish Processing Technology, Çanakkale, Turkey, semihkale@comu.edu.tr

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Basic Sciences, Çanakkale, Turkey, selcukberber@comu.edu.tr

<sup>3</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Gökçeada School of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology, Çanakkale, Turkey, denizacarli@comu.edu.tr

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Fishing and Fish Processing Technology, Çanakkale, Turkey, tekindemirkiran@hotmail.com

<sup>5</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Bayramiç Vocational School, Department of Fisheries, Çanakkale, Turkey, pervinvural@comu.edu.tr

<sup>6</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, sefaacarli@comu.edu.tr; bayram342001@yahoo.com

<sup>7</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, evrentantr@gmail.com

✉ Corresponding Author: semihkale@comu.edu.tr

### Please cite this paper as follows:

Kale, S., Berber, S., Acarlı, D., Demirkıran, T., Vural, P., Acarlı, S., Kızılkaya, B., Tan, E. (2020). First Report of Albinism in Turkish Crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) (Crustacea, Decapoda, Astacidae). *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 36-42.

## ARTICLE INFO



**Received:** 17.08.2020

**Accepted:** 12.10.2020

### Keywords

Albino  
Pigmentation  
Color anomaly  
Crayfish  
*Pontastacus leptodactylus*  
Atikhisar  
Çanakkale  
Turkey

## ABSTRACT

A female albino crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) was captured from Atikhisar Reservoir in Çanakkale, Turkey on July 18, 2020. The albino crayfish is lacked melanin that is normally found on normal crayfish. The compound eyes of the albino crayfish were black as in normal crayfish. Morphometric characteristics were measured and the total length was 101.98 mm, carapace length was 50.04 mm, carapace width was 26.56 mm and weight was 35.90 g. Albinism is a widespread disorder in the animal kingdom and is triggered by the absence of melanin in the skin, eyes, or hair. Investigation on albinism has commonly focused on mice and humans. Therefore, there is restricted research on albino crayfish. In the present paper, the occurrence of albinism in crayfish is firstly reported from Atikhisar Reservoir in Çanakkale, Turkey. Therefore, this paper significantly contributes to the scientific literature by providing the first knowledge on the presence of albino crayfish in the Atikhisar Reservoir, Çanakkale, Turkey.



## INTRODUCTION

Albinism is a widespread disorder in animals and is triggered by the absence of melanin in the skin, eyes, or hair (Potterf et al., 1998). Albinism is a genetic disease caused by a recessive gene (*alb*) in the homozygous condition that results in the lack of melanin and distribution of chromophores in animal skin (Browder, 2005; Jablonski et al., 2014). Bechtel (1995) described phenotypically this anomaly as the white coloration of the skin and by the red iris. Wild albino individuals are very scarce in the natural environment (Zhao et al., 2015). Albino individuals are more visible preys for predators with their attractive colours.

Albino individuals of the lobster and crab species were reported in the literature. An albino of crab (*Chionoecetes japonicas*) that lacked red pigment in walking legs and the carapace has been reported by Muraoka & Honma (1993). An albino crab (*Portunus* (*Portunus*) *trituberculatus*) that lacked light blue and dark green pigments was also reported by Ariyama (1997). Okamoto & Misyuku (1998) reported an albino of the spiny lobster. Nakatani (1999) firstly reported albinism in crayfish (*Procambarus clarkii*) which is a male albino crayfish that lacked red pigments and melanin except in its compound eyes. Nakatani (2000) examined the possibility of albinism in crayfish due to hormonal defects. Begum et al. (2010) studied the reproductive capacity of albino morphs of *P. clarkii*.

Until nowadays, there has been restricted research focused on albino crayfish. Therefore, this paper aims to provide the first document on albino crayfish from a reservoir in Çanakkale, Turkey.

## MATERIAL AND METHODS

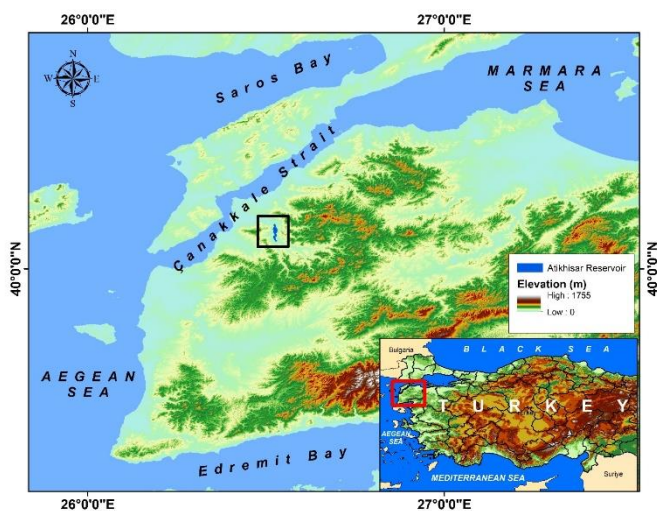
A specimen of *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) was collected from Atikhisar Reservoir in Çanakkale, Turkey. The specimen was captured using a fyke-net. The fyke-nets with 17 mm mesh size were placed on the bottom of the reservoir at 5 m water depth. The soaking time of fyke-nets was 3 days. The fyke-nets were collected from the reservoir on 18 July 2020. Sampling was conducted during the daytime. The ground has a muddy substrate in the sampling location.

Atikhisar Reservoir was constructed on Sarıçay Stream to supply water for drinking purposes (Kale, 2019). The reservoir is the only drinking water source for people inhabiting Çanakkale (Kale & Acarlı, 2019a) and it serves as a water supplier to agricultural and anthropogenic activities for drinking and irrigation purposes around the basin (Kale & Acarlı, 2019a; Kale & Acarlı 2019b).

## RESULTS

The specimen examined was a female albino crayfish (*Pontastacus leptodactylus*). The albino crayfish is lacked melanin that is normally found on normal crayfish. Lack of pigmentation was observed in all parts of the body and appendages of the specimen. On the other

hand, the compound eyes of the albino crayfish were black as in normal crayfish. Morphometric characteristics were measured and the total length was 101.98 mm, carapace length was 50.04 mm, carapace width was 26.56 mm, and weight was 35.90 g.



**Figure 1.** Sampling location of albino crayfish, Atkhisar Reservoir, Çanakkale, Turkey



**Figure 2.** The albino crayfish individual captured from Atkhisar Reservoir, Çanakkale, Turkey

A comparison of the albino crayfish and normal crayfish was provided for better understanding the colouration between two types of the phenotype (Figure 3). It can be clearly seen that the colour of the albino

crayfish is unequivocally different from normal crayfish.



**Figure 3.** Comparison of normal crayfish and the albino crayfish from Atkhisar Reservoir, Çanakkale, Turkey

The albino crayfish individual was captured at the depth of 5 m from the muddy substrate. The physicochemical characteristics of lake surface water were measured with a YSI probe. The temperature of the lake surface water was 26.9°C, pH was 8.29, dissolved oxygen was 11.49 mg/l, the percentage of dissolved oxygen was 143.10%, the electrical conductivity was 431.50 µs/cm, and the salinity was 0.20 ppt. An extraordinary weather event was not observed during the sampling period.

## DISCUSSION

Albino individuals have been reported for few aquatic organisms such as goldfish (Kajishima & Takeuchi, 1977), sea urchin (Seikai, 1985; Kehas et al., 2005), crabs (Muraoka & Honma, 1993; Ariyama, 1997; Nakamura et al., 2001; James, 2005), zebra fish (Hyodo-Taguchi

et al., 1997), flounder (Koga & Hori, 1997), lobster (Okamoto & Misyuku, 1998; Landa-Jaime et al., 2018), turbot (Kelsh et al., 2000), medaka fish (Kehas et al., 2005), rainbow trout (Guo et al., 2007), and sea cucumber (Lin et al., 2013; Fernández-Rivera Melo et al., 2015; Zhao et al., 2015). The first report on the occurrence of albinism in crayfish (*Procambarus clarkii*) was published by Nakatani (1999). The author investigated a male albino crayfish (*P. clarkii*) that lacked red pigments and melanin except in its compound eyes. Then, Nakatani (2000) studied the possibility of albinism in crayfish due to hormonal defects. Begum et al. (2010) scrutinised the reproductive capacity of albino morphs of *P. clarkii*.

This paper reports the first observation of an albino crayfish in the Atikhisar Reservoir. Several factors may cause albinism. Nakatani (1999) revealed that the albino characteristic is recessive to the typical pigmentation of normal crayfish and that the heritage pattern is controlled by Mendelian laws. Kajishima & Takeuchi (1977) noted that it was clearly seen from ultrastructural surveillances on the melanosomes of late-melanising fish that incompletely melanised albino pigment granules could distinguish from normal melanosomes under the control of the C gene. Leal et al. (2013) indicated that the existence of albinism in fishes could be affected by random genetic change, water pollution, or genetic changes because of the population size. Zhao et al. (2015) documented that the immediate reason for albinism is the existence of

melanocytes or melanin generation syndrome. Tyrosinase (TYR) elicits the melanin generation and the generation occurs in melanosomes. The foremost progressions of melanin synthesis, emission, and absorption are documented by Zhao et al. (2015). These main processes are controlled by various elements, such as cytokines, hormones, and the physicochemical characteristics of the contiguous environs of melanocytes (Lin & Fisher, 2007; Wang et al., 2007; Zhao et al., 2015).

The colour and the pattern of albinism in aquatic organisms differ from the distribution pattern and abundance of pigments in the skin. Zhao et al. (2015) noted that pigments are originated from neural crest cells in fish similar to mammals, and the authors pointed out that these pigments are melanophores, iridophores, erythrophores, and xanthophores. Zhao (2011) documented that albino individuals usually suffer pathological vicissitudes containing anaemia, osteosclerosis, megacolon, inner ear imperfections, and nervous system diseases.

Recreational fisheries, sport fishing, and small-scale fishing activities are allowed under some fisheries management regulations and restrictions in Atikhisar Reservoir. However, there is no professional fisheries activity in the reservoir. Therefore, there is no fishing pressure or overfishing possibility of fisheries resources in the reservoir. On the other hand, no pollution was observed in the lake surface water of the reservoir during the sampling period. Thus, there is no potential cause for albinism in the crayfish except for the lack of melanin in the skin of the

specimen. Hence, further investigations should be carried out to understand the reason for albinism in the crayfish and genetic factors should have experimented in detail. Moreover, as stated by Lin & Fisher (2007), continuously understanding the charities of melanocyte to skin biology would surely make available novel prospects for the avoidance and cure of skin diseases. More investigations are compulsory to understand the reasons causing this phenomenon in different species demonstrating albinism and to assess if abnormal coloration could be considered as an indicator of the habitat quality or populations in extraordinary conditions (Landa-Jaime et al., 2018).

## CONCLUSION

The present paper significantly contributes to the scientific literature by providing the first knowledge on the presence of albino crayfish (*P. leptodactylus*) in the Atikhisar Reservoir, Çanakkale, Turkey.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This paper is a part of a research project financially supported by Çanakkale Onsekiz Mart University The Scientific Research Coordination Unit granted to Dr. Selçuk Berber (Project number: FBA-2020-3250). Lab experiments were carried out in the laboratory of Biochemistry; and laboratory of Feed and Food Analysis, Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

SB and SK designed the study. SK, SB, DA, TD conducted sampling in the field. SK wrote the first draft of the manuscript. SA, PV, BK, ET helped in the laboratory. All authors have read and revised the manuscript. All authors approved the final version of the paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Ariyama, H. (1997). Albino of the swimming crab *Portunus (Portunus) trituberculatus* caught in Osaka Bay. *Cancer*, 6, 9-10. [https://doi.org/10.18988/cancer.6.0\\_9](https://doi.org/10.18988/cancer.6.0_9)
- Bechtel, H. B. (1995). *Reptile and amphibian variants: Colors, patterns, and scales*. Krieger Publishing Company.
- Begum, F., Nakatani, I., Tamotsu, S., & Goto, T. (2010). Reproductive characteristics of the albino morph of the crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Decapoda, Cambaridae). *Crustaceana*, 83(2), 169-178. <https://doi.org/10.1163/001121609X12530988607515>
- Browder, L. W. (2005). Genetic and embryological studies of albinism in *Rana pipiens*. *Journal of Experimental Zoology*, 180(2), 149-155. <https://doi.org/10.1002/jez.1401800202>

- Fernández-Rivera Melo, F. J., Reyes-Bonilla, H., Cantú, A., & Urías, J. (2015). First record of albinism in the brown sea cucumber *Isostichopus fuscus* in the Gulf of California, México. *Marine Biodiversity Records*, 8, e14. <https://doi.org/10.1017/S1755267214001353>
- Guo, H., Huang, B., Qi, F., & Zhang, S. (2007). Distribution and ultrastructure of pigment cells in the skins of normal and albino adult turbot, *Scophthalmus maximus*. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 25(2), 199-208. <https://doi.org/10.1007/s00343-007-0199-1>
- Hyodo-Taguchi, Y., Winkler, C., Kurihara, Y., Scharfl, A., & Scharfl, M. (1997). Phenotypic rescue of the albino mutation in the medakafish (*Oryzias latipes*) by a mouse tyrosinase transgene. *Mechanisms of Development*, 68(1-2), 27-35. [https://doi.org/10.1016/S0925-4773\(97\)00128-7](https://doi.org/10.1016/S0925-4773(97)00128-7)
- Jablonski D., Alena, A., Vlček, P., & Jandzik, D. (2014). Axanthism in amphibians: A review and the first record in the widespread toad of the *Bufo viridis* complex (Anura: Bufonidae). *Belgium Journal of Zoology*, 144(2), 93-101. <https://doi.org/10.26496/bjz.2014.69>
- Kajishima, T., & Takeuchi, I. K. (1977). Ultrastructural analysis of gene interaction and melanosome differentiation in the retinal pigment cell of the albino goldfish. *Journal of Experimental Zoology*, 200 (3), 349-357. <https://doi.org/10.1002/jez.1402000305>
- Kale, S. (2019). *Monitoring climate change effects on surface area and shoreline changes in Atikhisar Reservoir by using remote sensing and geographic information system in terms of fisheries management*. [Ph.D. Thesis, Çanakkale Onsekiz Mart University, Çanakkale, Turkey].
- Kale, S., & Acarli, D. (2019a). Spatial and temporal change monitoring in water surface area of Atikhisar Reservoir (Çanakkale, Turkey) by using remote sensing and geographic information system techniques. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(1), 47-56. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.574361>
- Kale, S., & Acarli, D. (2019b). Shoreline change monitoring in Atikhisar Reservoir by using remote sensing and geographic information system (GIS). *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(5), 4329-4339.
- Kehas, A. J., Theoharides, K. A., & Gilbert, J. J. (2005). Effect of sunlight intensity and albinism on the covering response of the Caribbean Sea urchin *Tripneustes ventricosus*. *Marine Biology*, 146, 1111-1117. <https://doi.org/10.1007/s00227-004-1514-4>
- Kelsh, R. N., Schmid, B., & Eisen, J. S. (2000). Genetic analysis of melanophore development in zebrafish embryos. *Developmental Biology*, 225(2), 277-293. <https://doi.org/10.1006/dbio.2000.9840>
- Koga, A., & Hori, H. (1997). Albinism due to transposable element insertion in fish. *Pigment Cell & Melanoma Research*, 10(6), 377-381. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0749.1997.tb00695.x>
- Landa-Jaime, V., Aguilar-Palomino, B., Michel-Morgin, J. E., & Lozano, M. S. (2018). First report of partial albinism in the blue lobster *Panulirus inflatus* (Bouvier, 1895) from the Mexican Pacific (Crustacea, Decapoda, Palinuridae). *ZooKeys*, 784, 1-6. <https://doi.org/10.3897/zookeys.784.25082>
- Leal, M. E., Schulz, U. H., Alborno, P. L., Machado, R., & Ott, P. H. (2013). First record of partial albinism in two catfish species of *Genidens* (Siluriformes: Ariidae) in an estuary of Southern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56(2), 237-240. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132013000200008>
- Lin, C., Zhang, L., Liu, S., Gao, S., Xu, Q., & Yang, H. (2013). A comparison of the effects of light intensity on movement and growth of albino and normal sea cucumbers (*Apostichopus japonicus* Selenka). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 46(6), 351-366. <https://doi.org/10.1080/10236244.2013.841350>
- Lin, J. Y., & Fisher, D. E. (2007). Melanocyte biology and skin pigmentation. *Nature*, 445(7130), 843-850. <https://doi.org/10.1038/nature05660>

- Muraoka, K., & Honma, H. (1993). Albino of the tanner crab, *Chionoecetes japonicus* Rathbun collected from Hokkaido. *Cancer*, 3, 23-25. [https://doi.org/10.18988/cancer.3.0\\_23](https://doi.org/10.18988/cancer.3.0_23)
- Nakamura, K., Ozaki, A., Akutsu, T., Iwai, K., Sakamoto, T., Yoshizaki, G., & Okamoto, N. (2001). Genetic mapping of the dominant albino locus in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Molecular Genetics and Genomics*, 265(4), 687-693. <https://doi.org/10.1007/s004380100464>
- Nakatani, I. (1999). An albino of the crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) and its offspring. *Journal of Crustacean Biology*, 19(2), 380-383. <https://doi.org/10.1163/193724099X00196>
- Nakatani, I. (2000). Reciprocal transplantation of leg tissue between albino and wild crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae). *Journal of Crustacean Biology*, 20(3), 453-459. <https://doi.org/10.1163/20021975-99990059>
- Okamoto, K., & Misyuku, A. (1998). Molting and growth of the albino spiny lobster, *Panulirus japonicus* collected from Southern coast of Izu Peninsula, Shizuoka prefecture. *Cancer*, 7, 17-18. [https://doi.org/10.18988/cancer.7.0\\_17](https://doi.org/10.18988/cancer.7.0_17)
- Potterf, S. B., Furumura, M., Sviderskaya, E. V., Santis, C., Bennett, D. C., & Hearing, V. J. (1998). Normal tyrosine transport and abnormal tyrosinase routing in pink-eyed dilution melanocytes. *Experimental Cell Research*, 244(1), 319-326. <https://doi.org/10.1006/excr.1998.4173>
- Wang, J., Hou, L., Zhang, R., Zhao, X., Jiang, L., Sun, W., An, J., & Li, X. (2007). The tyrosinase gene family and albinism in fish. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 25(2), 191-198. <https://doi.org/10.1007/s00343-007-0191-9>
- Zhao, H. (2011). *Basic research on occurrence mechanism of albinism in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka)*. [PhD Thesis. Graduate University of Chinese Academy of Science. Beijing, China].
- Zhao, H., Chen, M., & Yang, H. (2015). Albinism (pp. 211-228). In Yang, H., Hamel, J. -F., Mercier, A. (Eds.), *Developments in aquaculture and fisheries science: The sea cucumber *Apostichopus japonicus* history, biology and aquaculture*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-799953-1.00012-X>



## Seafood Consumption Preferences of University Student and Factors Affecting Preferences: The Case of Mersin University

Musavver Alageyik<sup>1</sup>  • Nuray Çiftçi<sup>1</sup>  • Deniz Ayas<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Mersin University, Faculty of Fisheries, Mersin, Turkey. [alageyik@mersin.edu.tr](mailto:alageyik@mersin.edu.tr); [nciftci@mersin.edu.tr](mailto:nciftci@mersin.edu.tr); [ayasdeniz@mersin.edu.tr](mailto:ayasdeniz@mersin.edu.tr)

 Corresponding Author: [nciftci@mersin.edu.tr](mailto:nciftci@mersin.edu.tr)

### Please cite this paper as follows:

Alageyik, M., Çiftçi, N., Ayas, D. (2020). Seafood Consumption Preferences of University Student and Factors Affecting Preferences: The Case of Mersin University. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 43-55.

### ARTICLE INFO



**Received:** 18.08.2020

**Accepted:** 13.10.2020

### Keywords

Seafood  
Consumer preferences  
Mersin University  
Chi Squared test

### ABSTRACT

The aim of this study was to determine the preferences of students attending Mersin University's Çiftlikköy and Yenişehir campuses for seafood consumption preference and to what extent these preferences are related to demographic characteristics such as gender, age, income level and type of program they study. Data were obtained by random sampling method in April, May and June of 2018 on a questionnaire form based on face-to-face interviews with 550 students from different programs. Of the 550 students surveyed, 53.8% were female, 46.2% were male, 70% were between 18-23 years, 23% were between 24-28 years, 4% were 33 and over, 3% were 29-33 age group. 74% of the students participating in the survey are undergraduate, 15% are associate degree, 9% graduate, 2% continue their doctoral education. The majority of the students stated that they live with 33% of their families. 32% stated that they stayed in dormitories, 26% in dormitories and 9% in other (their own) places. The results of the survey show that students prefer 46% poultry meat, 39% red meat, 8% fish, 1% other fish products and 6% do not prefer any type of meat. The majority of the students (80%) stated that they had knowledge about the importance of fish consumption and 16% did not have any knowledge. The most common anchor, 19% sea bass, 17% sea bream, 11% trout, 8% sardine, 5% red mullet, 3% silver, 2% mullet and 7% other fish, respectively it is consumed. While students consume 89% fresh seafood, they consume 4% canned food, 2% frozen, 1% salted and brine and 3% other forms. While 44% of the students prefer frying as a cooking method, 27% prefer grilling, 20% prefer oven, and 3% prefer steaming. According to the highest rate of fish consumption, respectively; 37% once a month, 20% once every fifteen days, 17% once or twice a year, 12% never consumed any fish, 3% once a week, 1% more than once a week.

# Üniversite Öğrencilerinin Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıklarının İncelenmesi: Mersin Üniversitesi Örneği

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı Mersin Üniversitesinin Çiftlikköy ve Yenişehir Kampüslerinde öğrenime devam eden öğrencilerin su ürünleri tüketim tercihleri ve bu tercihlerin cinsiyet, yaş, gelir düzeyi ve öğrenim gördükleri program tipi gibi demografik özellikler ile ilişkisinin belirlenmesidir. Veriler 2018 yılı Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında ön lisans, lisans ve lisansüstü programlardan rastgele seçilen 550 öğrenci ile yüz yüze görüşme yöntemi esaslı anket formu üzerinden elde edilmiştir. Anket sonuçları Mersin Üniversitesi öğrencilerinin su ürünleri tüketim oranlarının (%9) kırmızı et (%39) ve kanatlı eti (%46) tüketiminden düşük olduğunu göstermektedir ( $p<0.01$ ). Balık tüketiminin (%8) diğer su ürünleri tüketim oranından (%1) daha yüksek olduğu, tüketimde tercih edilen türlerin ise sırasıyla hamsi (%28), levrek (%19), çipura (%17) ve alabalık (%11) olduğu saptanmıştır. Tüketim şeklinin %89 taze, %4 konserve, %2 donmuş, %1 tuzlanmış ve salamura şeklinde tercih edildiği belirlenmiştir. Pişirme şeklinde ise yağda kızartma (%44), ızgara (%27) ve fırın (%20) yöntemlerinden fazla uygulandığı tespit edilmiştir. Balık tüketim sıklığının, %37 ayda bir kez, %20 on beş günde bir kez, %17 yılda bir ya da iki kez, %12 hiç balık tüketmeyenler, %3 haftada bir kez, %1 haftada birden fazla olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Su ürünleri, Tüketici tercihleri, Mersin Üniversitesi, Ki-kare testi.

## GİRİŞ

Beslenme yaşamın sürdürülebilirliği yanı sıra insanların çevreyle olan ilişkisini belirleyen önemli etkenlerden biridir. Sağlıklı beslenme, diyetle, temel besin bileşenlerinin varlığı ile sağlanabilir. İnsanoğlunun temel protein kaynağını kırmızı et ile balık ve kanatlı eti gibi beyaz et oluşturur. Tüketimde tercihi etkileyen pek çok faktör yer almaktadır. Son yıllarda artan dünya nüfusuna paralel olarak besin ihtiyacı da artmıştır. Diğer yandan, mera ve otlakların yerini kentleşme ve sanayileşmeye bırakması, karasal hayvancılığın azalmasına neden olmuştur. İnsanlar besin ihtiyaçlarını temin etmek ve beslenmeden kaynaklanan sorunlarını en alt seviyede tutabilmek için dünya üzerindeki

karasal kaynaklardan en üst seviyede faydalanmaya çalışmaktadırlar. Bu amaçla günümüz modern teknolojileri kullanılmakta olup yeni teknolojiler de geliştirilmektedir ancak karasal kaynakların talebi karşılaması mümkün olmamaktadır (Erdoğan, 2018). Bu nedenle insanlar yaşamlarını devam ettirebilmek için alternatif besin kaynaklarına yönelmişlerdir. Su ürünleri ilk akla gelen alternatif besin kaynağı olmuştur (Bayraktar, 2018).

Su ürünleri, temel besin bileşenlerince zengin, sindirimi kolay ve oldukça lezzetli bir besin kaynağıdır. Balığın, fosfor, iyot, demir, kalsiyum gibi madensel tuzlar ve A, D, K ve B grubu vitaminler açısından zengin olduğu bilinmektedir (Odabaşı, 2016).



Yeterli ve dengeli beslenme için günde 70 gr proteine ihtiyaç vardır ve bu proteinin 47 gramının hayvansal kaynaklı olması gerekmektedir. Dünyamızın 3/4' ü sularla kaplıdır. Sucul ortamın dünyada artan besin ihtiyacını karşılamada yeterli potansiyelinin olması ve bu nedenle su ürünlerinin de hızla artan dünya nüfusu için ucuz ve kaliteli protein kaynağı olması, su ürünlerinin stratejik bir öneme sahip olduğunun göstergesidir (Şen & Şahin, 2017).

Balık tüketimi insanlık tarihine dayanır. O dönemde, balık avlamak, diğer hayvanların avlanmasından ya da bitkilerin yetiştirilmesinde çok daha kolay olduğu için balık tüketimi daha fazla tercih edilmiştir (Güler vd., 2017).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, balık ve diğer su ürünlerinin insan beslenmesine katkısının büyük olduğunu ve yetiştiriciliğinin de önemli olduğunu vurgulamıştır (Sivri, 2018). Dünya genelinde tüketilen deniz canlısı türünün 20.000'den fazla olduğu bildirilmiştir.

Su ürünleri yetiştiriciliğine, iki bin yıl önce Mısır ve Çin'de pirinç tarlalarında sazan yetiştiriciliği ile başlamıştır (Gürçay, 2014). Dünyada ticari balıkçılığa 15. yüzyılın sonlarında başlamış sonraki iki yüzyıl içinde de büyük bir balıkçılık sanayi oluşmuştur. Bununla birlikte yakalanan balıkları işlemek için çeşitli cihazlarla donatılmış büyük balıkçı filoları kurulmuş olup balıkçılık ve su ürünleri çok büyük bir sanayiye dönüşmüştür. Ancak deniz ve iç sularda aşırı ve kontrolsüz avcılık balık stoklarına ciddi zararlar vermiştir (Yazıcıoğlu, 2015).

Su ürünleri ticareti ülkelerin iç ve dış piyasalarında da dolaşım yaratmıştır. Balıkçılık, bugün olduğu gibi gelecekte de ülke ekonomisine daimi girdi sağlayan kaynaklardan birisidir. Balıkçılık sektörünün avlama, işleme, yetiştiricilik alanında gelişiminin sağlanması, bu kaynakların doğru ve yeterli kullanılması, gereksinim duyulan besin kaynağının sürdürülebilirliğine yanı sıra sosyo-ekonomik iyileşmeye katkı sunacaktır. Dolayısıyla bunu etkileyen her türlü olumsuz faktörün iyi bilinmesi ve bertaraf edilmesi gerekmektedir.

İnsanların, hayvansal protein kaynaklarını tüketim tercihleri, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bunların başında sağlıklı beslenme bilinci, gelir düzeyi, eğitim gelmektedir. İnsanların tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi ve gelir düzeylerinin tüketim miktarlarını ne kadar etkilediğinin tespit edilmesi, sağlıklı nesiller oluşturmak için gereklidir.

Bu çalışma ile Mersin Üniversitesi'nde eğitim gören ön lisans, lisans ve lisansüstü öğrencilerin su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, öğrencilerin su ürünleri tüketim tercihlerinde, üniversite öncesi yaşadığı yer, cinsiyet, yaş, gelir düzeyi, tüketim sıklığı değişkenlerinin etkisi belirlenmiştir. Bu değişkenler ile Mersin ilinin üniversite öğrencilerinin su ürünleri tüketimi üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur. Çalışma sonunda su ürünleri tüketim bilinci, tercih nedenleri ve tüketim tercihini etkileyen faktörler belirlenmiş ve elde edilen bulgular doğrultusunda öneriler sunulmuştur.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Çalışmanın Evreni ve Örneklem

Araştırma evrenini Mersin Üniversitesi'nde okuyan öğrenciler oluşturmaktadır. Üniversitenin ilçeler hariç Mersin il merkezinde Çiftlikköy Merkez Kampüsü, Yenişehir ve Tece Kampüsü olmak üzere üç adet kampüsü bulunmaktadır. Çiftlikköy Kampüsünde 27.687, Yenişehir Kampüsünde 494 öğrenci eğitim-öğretimine devam etmektedir.

Çalışmanın örneklemini Mersin Üniversitesinin Çiftlikköy ve Yenişehir kampüslerinde yer alan 3 farklı programda öğrenim gören 550 öğrenci oluşturmakta olup öğrenciler tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Ankete katılan öğrencilerin %53,8'i kadın, %46,2'si erkek; %70'i 18-23 yaş aralığında, %23'ü 24-28 yaş aralığında, %4'ü 33 ve üzeri, %3'ü 29-33 yaş aralığındadır. Ankete katılan öğrencilerin %74'ü lisans, %15'i ön lisans, %9'u yüksek lisans, %2'si doktora eğitimine devam etmektedir. Öğrencilerin %33'ü aile yanında, %32'si öğrenci evinde, %26'sı öğrenci yurdunda ve %9'u kendi evlerinde yaşadıklarını belirtmişlerdir.

### Araştırma Yöntemi ve Verilerin Toplanması

Araştırmanın yöntemini, Mersin Üniversitesi'nde öğrenim gören ön lisans, lisans ve lisansüstü öğrencilere yüz yüze görüşme ve anket uygulaması oluşturmaktadır. Veriler 2018 yılı Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında, 550 öğrenciye uygulanan anket formu üzerinden toplanmıştır. Anket 27 sorudan oluşmaktadır.

Anket formun oluşturulmasında iki farklı uzman görüşü alınmıştır.

Anket formunun ilk bölümünde öğrencilerin demografik özelliklerine ve balıketi tüketim durumları yer almaktadır. Anket formunun 5. ve 8. sorusu açık uçlu olarak hazırlanmış, 5. soruda öğrencilerin "Üniversite öncesi yaşadığı şehir", 8. soruda ise öğrencilerin "su ürünleri denildiğinde akıllarına ilk gelen şeyin ne olduğu" sorulmuştur (Tablo 1).

Araştırmanın kavramsal çerçevesi açısından su ürünleri tüketimi bakımından öğrencilerin eğilimlerini belirleyen etkenler, tüketime yönelik alışkanlık, pişirme yöntemleri, satın alma aşamasında belirleyici olan faktörler, diğer su ürünleri tüketim tercihleri ve yetiştiricilik ürünü tüketimine yönelik eğilimleri araştırılmıştır.

### Verilerin Analizi

Çalışma verilerinin analizi SPSS istatistik paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmasında öncelikle elde edilen verilere ait yüzde ve frekans değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar üzerinden tüketicinin su ürünleri tüketim tercih ve oranlarına yönelik cinsiyet, yaş, gelir düzeyi, öğrenim durumu gibi faktörlerinin etkisini belirlemek amacıyla Ki-Kare (Chi-square) analizi yapılmıştır. Ki-kare testinin en önemli varsayımlarından bir tanesini 5'in altında değer alabilecek hücre sayısının toplam hücre sayısının %20'sini aşmaması oluşturmaktadır. Hücre sayısının %20'yi aştığı durumlarda Pearson Ki-Kare yerine Likelihood Ratio testi kullanılarak yorumlar yapılmıştır (Can, 2014; Büyüköztürk, 2005). İstatistik anlamlılıkta  $p < 0,05$  alınmıştır.

**Tablo 1.** Çalışmada uygulanan anket

Sorular	Yanıt Seçenekleri
Cinsiyetiniz?	a) Kadın b) Erkek
1-Yaşınız?	a) 18-23 b) 24-28 c) 29-33 d) 33>
2-Aylık Geliriniz?	a) 0-500 b) 501-1000 c) 1001-1500 d) 1501-2000 e) 2001>
3-Okuduğunuz program tipi?	a) Ön lisans b) Lisans c) Yüksek Lisans d) Doktora
4-Barınma tipi?	a) Öğrenci Yurdu b) Öğrenci Evi c) Aile yanı d) Diğer .....
5-Üniversite öncesi yaşadığınız şehir?	
6-Anninizin mesleği?	a) Özel sektör b) Kamu sektörü c) Emekli d) Ev hanımı f) Diğer (.....)
7-Babanızın mesleği?	a) Özel sektör b) Kamu sektörü c) Emekli d) Diğer (.....)
8-Su ürünleri denilince aklınıza ilk gelen şey nedir?	
9-Daha çok hangi eti tüketiyorsunuz?	a) Balık b) Kırmızı et c) Kanatlı eti d) Diğer Su Ürünleri e) Hiçbiri
10-Sizce diğer et türleri ile karşılaştırıldığında balık fiyatları nasıldır?	a) Ucuz b) Normal c) Pahalı d) Fikrim yok
11-Ne kadar sıklıkla balık tüketiyorsunuz?	a) Haftada birden fazla b) Haftada bir c) 15 günde bir d) Ayda bir e) Yılda bir f) Tüketmiyorum
12-Yukarıdaki soruya cevabınız balık tüketmiyorum ise sebebiniz?	a) Temizleme güçlüğü b) Kokusu c) Görünüşü d) Tadı e) Alışkanlığın olmaması f) Diğer (.....)
13-Balığı tercih etmenizin sebebi nedir?	a) Sağlıklı olması b) Lezzeti c) Ucuz olması d) Besleyici olması e) Diğer (.....)
14-Balık tüketiminin önemi hakkında bilgiye sahip misiniz?	a) Evet b) Hayır
15-Balığı nerden satın alıyorsunuz?	a) Pazar yeri b) Balık hali c) Süpermarket d) Kendim avlıyorum e) Diğer (.....)
16-Balık satın alırken neye dikkat edersiniz?	a) Tazelik b) Fiyat c) Lezzet d) Pişirme şekli e) Alınan yerin temizliği f) Diğer (.....)
17-En çok tükettiğiniz balık hangisi?	a) Çipura b) Levrek c) Sardalye d) Hamsi e) Barbunya f) Gümüş g) Kefal h) Alabalık i) Diğer (.....)
18-Hangi mevsimde daha çok su ürünleri tüketiyorsunuz?	a) İlkbahar b) Yaz c) Sonbahar d) Kış e) Fark etmez
19-Balık tüketme biçiminiz?	a) Taze b) Donmuş c) Konserve d) Tuzlanmış e) Salamura f) Diğer (.....)
20-Hangi pişirme yöntemiyle balığı tüketiyorsunuz?	a) Kızartma b) Izgara c) Buğulama d) Fırın e) Diğer (.....)
21-Balık harici en çok hangi su ürünlerini tüketiyorsunuz?	a) Midye b) Karides c) Kalamar d) Ahtapot e) Istakoz f) Diğer (.....)
22-İşlenmiş balık ürünlerinden hangisini hazır yemek olarak satın aldınız?	a) Tütsülenmiş balık b) Konserve balık c) Balık köftesi d) Balık kroket e) Lakerda f) Diğer (.....)
23-Tüketim için yetiştiricilik ürünü balık tercih eder misiniz?	a) Evet b) Hayır
24-Okul yemekhanenizde yeterli oranda balık çıktığını düşünüyor musunuz?	a) Düşünüyorum b) Düşünmüyorum c) Fikrim yok
25-Okul yemekhanenizde balık çıktığında tüketiyor musunuz?	a) Tüketiyorum b) Tüketmiyorum
26-Okul yemekhanenizde çıkan balığı tüketmeme nedeniniz?	a) Pişirim şekli b) Balığın cinsi c) Diğer (.....)
27-Balığı daha çok nerede tüketirsiniz?	a) Evde b) Restoranda c) Büfede (Balık ekmek-Fastfood) d) Piknikte e) Diğer (.....)

Verilerin istatistiksel analizi SPSS paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde çapraz tablolar oluşturulmuş olup tüketici tercihlerini yansıtan kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler "İki değişken için Ki-Kare Testi" ile incelenmiştir. Sonuçlar belirlenen kriterler ışığında istatistik yöntemleriyle sunulmuştur.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Bulgular

Mersin Üniversitesi'nde öğrenim gören öğrencilerin su ürünleri tüketim oranını belirlemek amacıyla yapılan anket çalışması ön lisans, lisans ve lisansüstü programlardan rastgele seçilen, %54'ü kadın, %46'sı erkek toplam 550 öğrenci ile yürütülmüştür. Öğrencilerin beslenmeye yönelik tüketim alışkanlıklarının belirlenmesinde, yaş, cinsiyet, okudukları programlar, gelir düzeyi gibi sosyolojik veriler incelenmiştir. Ankete katılan öğrencilerin sosyo-demografik özelliklerin dağılımları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Öğrencilerin tüketim tercihlerini etkileyen faktörler Tablo 3'te sunulmuştur.

Ankete katılan öğrencilerin tüketim tercihi, sıklığı, tüketilen balık ve diğer su ürünleri ile cinsiyet arasındaki ilişki Tablo 4'te sunulmuştur.

Ankete katılan öğrencilerin tüketim tercihi, sıklığı, tüketilen balık ve diğer su ürünleri ile yaş grupları arasındaki ilişki Tablo 5'te sunulmuştur.

Ankete katılan öğrencilerin tüketim tercihi, sıklığı, tüketilen balık ve diğer su ürünleri ile gelir düzeyleri arasındaki ilişki Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 2.** Ankete katılan öğrencilerin sosyo-demografik dağılımı.

Yaş	f	%
18-23	387	70,4
24-28	126	22,9
29-33	16	2,9
33 ve üzeri	21	3,8
Aylık gelir	f	%
0-500 TL	267	48,5
501-1000 TL	142	25,8
1001-1500 TL	60	10,9
1501-2000 TL	33	6,0
2001 ve üzeri	48	8,7
Okudukları program tipi	f	%
Ön lisans	82	14,9
Lisans	407	74,0
Yüksek lisans	48	8,7
Doktora	13	2,4
Barınma tipi	f	%
Öğrenci yurdu	144	26,2
Öğrenci evi	179	32,5
Aile yanı	179	32,5
Diğer	48	8,7

Ankete katılan öğrencilerin tüketim tercihi, sıklığı, tüketilen balık ve diğer su ürünleri ile öğrenim durumu arasındaki ilişki Tablo 7'de sunulmuştur.

### Tartışma

Mersin Üniversitesi öğrencileri ile yürütülen bu araştırmada ankete katılan öğrencilerin tüketim tercihlerinde, cinsiyet, yaş, gelir durumu, eğitim düzeyi tüketim alışkanlığını etkilemektedir. Su ürünleri tüketiminde öğrencilerin ilk sırada kanatlı eti ve sırasıyla kırmızı et ve balık tüketildiği saptanmıştır. Bu araştırmada eğitim ve gelir düzeyindeki artışa bağlı olarak kırmızı et ve balık tüketiminin arttığı saptanmıştır. Balık avcılığı ve kültürünün gelişmiş olduğu Çanakkale'de

**Tablo 3.** Öğrencilerin tüketim tercihlerini etkileyen faktörler.

<b>Tüketilen et türü</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Hangi pişirme yöntemi ile balığı tüketirsiniz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Balık	44	8,0	Kızartma	213	44,2
Kırmızı et	216	39,3	Izgara	132	27,4
Kanatlı eti	251	45,6	Buğulama	13	2,7
Diğer su ürünleri	5	0,9	Finn	98	20,3
Hiçbiri	34	6,2	Diğer	26	5,4
<b>Su ürünleri denilince aklınıza gelen ilk şey nedir?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Balık harici en çok hangi su ürünlerini tüketiyorsunuz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Balık çeşitleri	384	69,8	Midye	202	41,9
Deniz mahsulleri	78	14,2	Karides	43	8,9
Sağlıklı yaşam	2	0,4	Kalamar	61	12,7
Su ürünleri fakültesi	21	3,8	Ahtapot	7	1,5
Besin	3	0,5	Istakoz	7	1,5
Diğerleri	62	11,3	Diğer	162	33,6
<b>Balık tüketiminin önemi hakkında bilgiye sahip misiniz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>İşlenmiş balık ürünlerindeki tercihler</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Evet	460	83,6	Tütsülenmiş balık	25	5,2
Hayır	90	16,4	Konserve balık	272	56,4
<b>Balık tüketim sıklığı</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	Balık köftesi	37	7,7
Haftada birden fazla	16	2,9	Balık kroket	29	6,0
Haftada bir	60	10,9	Lakerda	12	2,5
15 günde bir	109	19,8	Diğer	107	22,2
Ayda bir	202	36,7	<b>Tüketim için yetiştiricilik ürünü balık tercih eder misiniz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Yılda bir	95	17,3	Evet	208	43,2
Tüketmiyorum	68	12,4	Hayır	274	56,8
<b>En çok tüketilen balık türü</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	<b>Balığı daha çok nerede tüketirsiniz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Çipura	84	17,4	Evde	360	74,7
Levrek	90	18,7	Restorantta	86	17,8
Sardalye	38	7,9	Büfede (balık ekmek-fastfood)	16	3,3
Hamsi	133	27,6	Piknikte	10	2,1
Barbunya	25	5,2	Diğer	10	2,1
Gümüş	16	3,3	<b>Balık tüketmeme nedeni</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Kefal	8	1,7	Temizleme güçlüğü	2	2,9
Alabalık	53	11,0	Kokusu	16	23,5
Diğer	35	7,3	Görünüşü	1	1,5
<b>Balık tercih nedeni</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	Tadı	13	19,1
Sağlıklı olması	170	35,3	Alışkanlığın olmaması	17	25,0
Lezzeti	176	36,5	Diğer	19	27,9
Ucuz olması	2	0,4	<b>Okul yemekhanenizde yeterli oranda balık çıktığını düşünüyor musunuz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Besleyici olması	94	19,5	Düşünüyorum	33	6,8
Diğer	40	8,3	Düşünmüyorum	321	66,6
<b>Fiyatların karşılaştırılması</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	Fikrim yok	128	26,6
Ucuz	55	10,0	<b>Okul yemekhanenizde balık çıktığında tüketiyor musunuz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Normal	231	42,0	Tüketiyorum	218	39,8
Pahalı	177	32,2	Tüketmiyorum	264	60,2
Fikrim yok	87	15,8	<b>Okul yemekhanesinde çıkan balığı tüketmeme nedeniniz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
<b>Su ürünlerini daha çok hangi mevsimde tüketirsiniz?</b>	<b>f</b>	<b>%</b>	Pişirim şekli	82	30,3
İlkbahar	17	3,5	Balığın cinsi	26	9,6
Yaz	75	15,6	Diğer	163	60,1
Sonbahar	29	6,0			
Kış	201	41,7			
Fark etmez	160	33,2			
<b>Balık tüketme biçimleri</b>	<b>f</b>	<b>%</b>			
Taze	431	89,4			
Donmuş	9	1,9			
Konserve	18	3,7			
Tuzlanmış	4	0,8			
Salamura	4	0,8			
Diğer	16	3,3			

yapılan bir araştırmada tüketim tercihinin en fazla kanatlı, ikinci sırada balık eti ve üçüncü sırada kırmızı et olduğu saptanmıştır (Arık Çolakoğlu vd., 2006). Çanakkale'nin Çan ilçesinde ankete katılan bireylerin %84,29'unun balık tükettiği ancak kanatlı eti ile kırmızı et tüketim oranının balık eti tüketiminden yüksek olduğu bildirilmiştir (Selvi vd., 2019). Antalya ilinde 21-80 yaş grubu ile yürütülen bir anket sonucunda yine kanatlı etinin ilk sırada (%46,6) tercih edildiği saptanmıştır (Arslan ve İzci, 2016). İzmir ilinde yürütülen bir araştırmada kanatlı eti tüketiminin %44, balık eti tüketiminin ise %21 olduğu belirlenmiştir (Şaygı vd., 2006). Erzurum ve Van ilinde yapılan bir çalışmada; Erzurum ilinde ankete katılanların tercihlerini; sığır (%67), tavuk (%24,5), koyun (%5,1) ve balık (%3,4), Van ilinde ise tavuk (%47), sığır (%40,3), koyun (%10,5) ve balık (%2,2) oluşturmaktadır (Güngör, 2014). Erzincan ilinde ankete katılan bireylerin %10,9'unun balık tükettiği belirtilmiştir (Karakaya vd., 2020). Mardin il merkezinde ikamet eden bireylerin %77'sinin balık tükettikleri bildirilmiştir (Kaplan vd., 2019). Bu araştırmada da kanatlı eti, kırmızı et ve balığa göre daha fazla tercih edilmektedir. Bunun en önemli nedeni, kanatlı etinin ekonomik, lezzetli ve kolay hazırlanmasıdır.

Mersin Üniversitesi örneğinde tüketilen balık türleri arasında en fazla hamsi daha az çipura, levrek, alabalık tüketildiği saptanmıştır. Antalya'da, erkeklerin her yaşta daha çok çipura ve hamsi, kadınların ise palamut ve istavrit balığını tercih ettikleri belirlenmiştir (Arslan & İzci, 2016). Mardin'de yürütülen araştırmada

**Tablo 4.** Cinsiyet ile tüketim tercihleri ve balık tüketim sıklığı arasındaki ilişki.

Daha çok hangi eti tüketiyorsunuz?	Kadın		Erkek		p
	f	%	f	%	
Balık	32	10,8	12	4,7	0,040
Kırmızı et	113	38,2	103	40,6	
Kanatlı eti	130	43,9	121	47,6	
Diğer su ürünleri	1	0,3	4	1,6	
Hiçbiri	20	6,8	14	5,5	
Ne kadar sıklıkla balık tüketiyorsunuz?	Kadın		Erkek		p
	f	%	f	%	
Haftada birden fazla	8	2,7	8	3,1	0,022
Haftada bir	29	9,8	31	12,2	
15 günde bir	63	21,3	46	18,1	
Ayda bir	102	34,5	100	39,4	
Yılda bir	45	15,2	50	19,7	
Tüketmiyorum	49	16,6	19	7,5	
En çok tüketilen balık türü	Kadın		Erkek		p
	f	%	f	%	
Çipura	49	19,8	35	14,9	0,270
Levrek	55	22,3	35	14,9	
Sardalye	19	7,7	19	8,1	
Hamsi	58	23,5	75	31,9	
Barbunya	13	5,3	12	5,1	
Gümüş	8	3,2	8	3,4	
Kefal	5	2,0	3	1,3	
Alabalık	24	9,7	29	12,3	
Diğer	16	6,5	19	8,1	
Balık harici en çok tüketilen su ürünü	Kadın		Erkek		p
	f	%	f	%	
Midye	104	42,1	98	41,7	0,003
Karides	16	6,5	27	11,5	
Kalamar	32	13,0	29	12,3	
Ahtapot	0	0,0	7	3,0	
Istakoz	1	0,4	6	2,6	
Diğer	94	38,1	68	8,9	

ankete katılan bireylerin tüketim tercihlerini hamsi (%44) ile çipura ve alabalığın (%12) oluşturduğu bildirilmiştir (Kaplan vd., 2019). Çanakkale'de yürütülen araştırmada en çok sevilen balığın lüfer, en çok tüketilen balığın ise sırasıyla hamsi, sardalye, istavrit ve çipura olduğu saptanmıştır (Ank Çolakoğlu vd., 2006). Tunceli ilinde ise en sevilen ve en fazla tüketilen

balığın Munzur alabalığı olduğu bildirilmiştir (Yüksel vd., 2010) İzmir ilinde yapılan araştırmada da ankete katılanların %62'sinin deniz balıklarını tercih ettikleri saptanmıştır (Saygı vd., 2006). Araştırmalara göre ülkemizde deniz balıklarının, özellikle de yağlı balıkların, tatlısu balıklarına göre daha fazla tercih edildikleri, bu durumu yaşanan coğrafyanın da önemli rolü olduğu belirlenmiştir.

Balık dışında tüketilen su ürünlerinin başında midye yer almaktadır. Mersin Üniversitesi öğrencileri ile yürütülen araştırmada midyenin en fazla tüketildiği belirlenmiştir. Bu çalışmada eğitim ve gelir düzeyindeki artışa bağlı olarak

kalamar ve karides tüketiminde de artış olduğu belirlenmiştir. Ankara ilinde yürütülen bir araştırmada balık haricinde tüketilen su ürünleri oranının %24,4 olduğu ve bu türlerin sırasıyla midye (%47,5), kalamar (%32,5) ve karidesten (%20) oluştuğu belirlenmiştir (Gül Yavuz vd., 2015).

Ülkemizde yıllık su ürünleri üretimi yaklaşık 600-650 bin tondur. Kişi başına tüketim yaklaşık 7-8 kg/yıl olarak belirlenmiştir. Ancak yapılan araştırmalar balıkçılığın yoğun olduğu kıyı kentlerinde tüketimin kırsal kesime oranla daha fazla olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.** Öğrencilerin yaş grupları ile tüketim tercihlerini etkileyen faktörler arasındaki ilişki.

Sorular	Yaş Grupları								p
	18-23		24-28		29-33		>33		
En çok tüketilen et türü	f	%	f	%	f	%	f	%	
Balık	28	7,2	11	8,7	2	12,5	3	14,3	0,347
Kırmızı et	142	36,7	52	41,3	9	6,2	13	61,9	
Kanatlı efi	186	48,1	56	44,4	5	1,2	4	19,0	
Diğer su ürünleri	4	1,0	1	0,8	0	0	0	0	
Hiçbiri	27	7,0	6	4,8	0	0	1	4,8	
Balık tüketim sıklığı	18-23		24-28		29-33		>33		p
	f	%	f	%	f	%	f	%	
Haftada birden fazla	8	2,1	7	5,6	1	6,2	0	0,0	0,000
Haftada bir	33	8,5	13	3,3	5	31,2	9	42,9	
15 günde bir	64	16,5	33	26,2	4	25,0	8	38,1	
Ayda bir	153	9,5	44	34,9	3	18,8	2	9,5	
Yılda bir	73	8,9	19	15,1	3	18,8	0	0,0	
Tüketmiyorum	56	14,5	10	7,9	0	0,0	2	9,5	
En çok tüketilen balık	18-23		24-28		29-33		>33		p
	f	%	f	%	f	%	f	%	
Çipura	52	15,7	21	18,1	6	37,5	5	26,3	0,013
Levrek	63	19,0	19	6,4	6	37,5	2	10,5	
Sardalye	19	5,7	12	0,3	2	12,5	5	26,3	
Hamsi	99	29,9	30	25,9	1	6,2	3	15,8	
Barbunya	12	3,6	11	9,5	1	6,2	1	5,3	
Gümüş	15	4,5	1	0,9	0	0,0	0	0,0	
Kefal	6	1,8	2	1,7	0	0,0	0	0,0	
Alabalık	41	12,4	10	8,6	0	0,0	2	10,5	
Diğer	24	7,3	10	8,6	0	0,0	1	5,2	
Balık harici en çok tüketilen su ürünü	18-23		24-28		29-33		>33		p
	f	%	f	%	f	%	f	%	
Midye	145	43,8	52	44,8	5	31,2	0	0,0	0,000
Karides	28	8,5	8	6,9	1	6,2	6	31,6	
Kalamar	26	7,9	22	19,0	6	37,5	7	36,8	
Ahtapot	3	0,9	3	2,6	0	0,0	1	5,3	
Istakoz	5	1,5	2	1,7	0	0,0	0	0,0	
Diğer	124	37,5	29	25,0	4	25,0	5	26,3	

**Tablo 6.** Gelir düzeylerine göre tüketim tercihini etkileyen faktörler arasındaki ilişki.

Sorular	Gelir Düzeyleri										p
	0-500 TL		501-1000 TL		1001-1500 TL		1501-2000 TL		2001 TL ve üzeri		
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
<b>Daha çok hangi eti tükettikleri</b>											
Balık	22	8,2	9	6,3	4	6,7	2	6,1	7	14,6	0,002
Kırmızı et	91	34,1	52	36,6	24	40,0	21	63,6	28	58,3	
Kanatlı eti	131	49,1	70	49,3	30	50,0	10	30,3	10	20,8	
Diğer su ürünleri	4	1,5	0	0,0	1	1,7	0	0,0	0	0,0	
Hiçbiri	19	7,1	11	7,7	1	1,7	0	0,0	3	6,2	
<b>Ne sıklıkla balık tükettikleri</b>											
Haftada birden fazla	5	1,9	4	2,8	2	3,3	0	0,0	5	10,4	0,000
Haftada bir	12	4,5	16	11,3	9	15,0	10	30,3	13	27,1	
On beş günde bir	44	16,5	26	18,3	14	23,3	10	30,3	15	31,2	
Ayda bir	108	40,4	56	39,4	21	35,0	10	30,0	7	14,6	
Yılda bir	55	20,6	24	16,9	9	5,0	2	6,1	5	10,4	
Tüketmiyorum	43	16,1	16	11,3	5	8,3	1	3,0	3	6,2	
<b>Balık harici en çok tüketilen su ürünü</b>											
Midye	93	41,5	58	46,0	27	49,1	14	43,8	10	22,2	0,000
Karides	15	6,7	11	8,7	6	10,9	3	9,4	8	7,8	
Kalamar	12	5,4	19	15,1	8	14,5	8	25,0	14	31,1	
Ahtapot	3	1,3	1	0,8	2	3,6	0	0,0	1	2,2	
Istakoz	1	0,4	3	2,4	1	1,8	2	6,2	0	0,0	
Diğer	100	4,6	34	27,0	11	20,0	5	15,6	12	26,7	

**Tablo 7.** Öğrencilerin eğitim düzeylerine göre tüketim tercihlerini etkileyen faktörler arasındaki ilişki.

Sorular	Eğitim Düzeyleri								p
	Ön lisans		Lisans		Yüksek lisans		Doktora		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
<b>En çok tüketilen et tercihi</b>									
Balık	8	9,8	29	7,1	5	10,4	2	15,4	0,015
Kırmızı et	25	30,5	155	38,1	31	64,6	5	8,5	
Kanatlı eti	39	47,6	196	48,2	10	20,8	6	46,2	
Diğer su ürünleri	2	2,4	3	0,7	0	0,0	0	0,0	
Hiçbiri	8	9,8	24	5,9	2	4,2	0	0,0	
<b>Balık tüketim sıklığı</b>									
Haftada birden fazla	3	3,7	10	2,5	2	4,2	1	7,7	0,000
Haftada bir	6	7,3	36	8,8	13	27,1	5	38,5	
Onbeş günde bir	14	17,1	78	19,2	13	27,1	4	30,8	
Ayda bir	23	28,0	166	40,8	13	27,1	0	0,0	
Yılda bir	19	23,2	70	17,2	4	8,3	2	15,4	
Tüketmiyorum	17	20,7	47	11,5	3	6,3	1	7,7	
<b>En çok tüketilen balık</b>									
Çipura	6	9,2	56	15,6	18	40,0	4	33,3	0,009
Levrek	17	26,2	61	16,9	11	24,4	1	8,3	
Sardalya	4	6,2	28	7,8	4	8,9	2	16,7	
Hamsi	17	26,2	109	30,3	5	11,1	2	16,7	
Barbun	3	4,6	17	4,7	3	6,7	2	16,7	
Gümüş	3	4,6	13	3,6	0	0,0	0	0,0	
Kefal	2	3,1	6	1,7	0	0,0	0	0,0	
Alabalık	7	10,8	44	12,2	1	2,2	1	8,3	
Diğer	6	9,2	26	7,2	3	6,7	0	0,0	
<b>Balık harici su ürünü tüketimi</b>									
Midye	34	52,3	150	41,7	16	35,6	2	16,7	0,008
Karides	6	9,2	29	8,1	5	11,1	3	25,0	
Kalamar	3	4,6	41	11,4	14	31,1	3	25,0	
Ahtapot	1	1,5	5	1,4	0	0,0	1	8,3	
Istakoz	0	0,0	6	1,7	1	2,2	0	0,0	
Diğer	21	32,3	129	35,8	9	20,0	3	25,0	



Özellikle geçimini balıkçılık ile sağlayan kesimde tüketim oranı çok daha yüksektir. Mersin ilinde Mersin Üniversitesi öğrencileri ile yürütülen bu araştırmada tüketim sıklığının ayda 1 kez>15 günde 1 kez>yılda 1 kez>haftada 1 kez şeklinde olduğu belirlenmiştir. Tüketim sıklığı yaş grubu ve cinsiyette benzer bulunurken, eğitim ve gelir düzeyindeki artışın tüketim sıklığını arttırdığı belirlenmiştir. Tüketim 15 günde 1 kez>haftada 1 kez>ayda 1 kez>haftada 1'den fazla olarak belirlenmiştir. Çanakkale'de ankete katılan bireylerin %33,3'ünün haftada 1 kez, %25,1'inin ayda 1 kez, %25,9'unun 2 ayda 1 kez (Saka & Bulut, 2020), Trabzon ilinde ankete katılan bireylerin %50'sinin haftada bir kez, %40,52'sinin ayda 1-2 kez, %6,90'ının 3 ayda 1-2 kez ve %2,59'unun yılda 1-2 kez (Uzundumlu & Dinçel, 2015), Doğu Karadeniz'de haftada 1'den fazla (Balık vd., 2013), Erzurum'un merkez ilçelerinde ankete katılan bireylerin %54,7'sinin ayda bir kez (Karakulak vd., 2020) tüketirken Konya ilinde tüketimin çok az olduğu belirlenmiştir (Şen, 2011). Ankara Üniversitesi öğrencileri ile yürütülen bir araştırmada tüketim sıklığının %29 oranında haftada bir kez, %26 15 günde bir kez, %18 ayda bir kez ve %18 ise ayda birden az olduğu saptanmıştır. Mersin Üniversitesi öğrencilerinin tüketim sıklığının Ankara Üniversitesi öğrencilerinden daha az olduğu saptanmıştır.

Mersin Üniversitesi'nde öğrencilerin balık tüketim nedenleri %35,3 sağlıklı, %36,5 lezzetli, %19,5 besleyici olması, tüketmeyi tercih etmeyenlerin ise %25 alışkanlığının olmaması, %23 kokusu, %19,1 tadı ve %27,9 diğer nedenleri

belirtmişlerdir. Ankete katılan öğrencilerin %66'sı okul yemekhanesinde yeterli sıklıkla balık çıktığını düşünmüyor, %39,8 okul yemekhanesinde balık tüketiyor. Katılımcılar tarafından okul yemekhanesinde balık tüketilmemesinin nedeni ise balığın türü (%9,6), pişirme şekli (%30,3) ve diğer (%60,1) olarak belirtilmiştir.

Mersin Üniversitesi öğrencileri, tüketim şekli olarak taze (%89,4) ve konserve (%3,7) tüketimi tercih etmektedirler. Konserve tüketim hazır ve pratik olması bakımından öğrenciler tarafından tercih edilmektedir. Ankete katılan öğrencilerin %74'ü balığı evde tükettiklerini, pişirme yöntemi olarak kızartma, ızgara ve fırını tercih ettiklerini bildirmişlerdir. Katılımcılar balık fiyatlarının %32,2 pahalı, %42, normal, %10 ucuz olduğunu belirtmiştir. Tüketimin en fazla kış mevsiminde olduğu saptanmıştır. Bu da balığın kış mevsiminde yağlanması ve lezzetlenmesi ile ilişkilendirilebilir.

Antalya'da yürütülen bir araştırmada balık fiyatlarının tüketim sıklığını etkilediği, tüketimin daha çok kızartma şeklinde tüketildiği belirlenmiştir (Aslan & İnci, 2016). Çanakkale'de tüketimin taze ve kızartılmış/ızgara olarak tüketildiği bildirilmiştir (Arık Çolakoğlu vd., 2006). Bir diğer araştırmada, ankete katılanların balık etini tüketme nedenlerini; besinsel önemi (%40), tadı (%32), tüketme alışkanlığı (%15) ve fiyatı (%12) şeklinde ifade edilirken tüketmeme nedenlerini ise sırasıyla; kokusu (%30), temizlenmesi (%23), tadı (%16), pişirmesi (%13), tüketim alışkanlığı (%11) ve fiyatı (%5) olarak belirtilmiştir (Çiçek vd., 2015).

## SONUÇ

Dünyada kişi başı su ürünleri tüketim miktarı 19,2 kg/yıl iken ülkemizde bu oran 7,6 kg/yıl'dır. Deniz ve tatlısu kaynağınca zengin ülkemizde bu oranın dünya ortalamalarının altında bulunmasında tüketim tercihini etkileyen faktörler ile doğrudan ilişkilidir. Ülkemizde su ürünleri tüketiminin balıkçılığın yoğun olduğu kıyı kentlerinde, kırsal kesimlerden daha fazla olduğu saptanmıştır (Güngör, 2014; Uzundumlu & Dinçel, 2015; Selvi vd., 2019; Karakaya vd., 2020). Bunun yöresel olarak mutfak kültürlerindeki farklılıktan ve alışkanlıklardan kaynaklandığı söylenebilir. Tüketimin kırsal kesimlerinde de yaygınlaşmasını sağlamak amacıyla, tatlısu kaynaklarımızın iyi değerlendirilmesi, yetiştiricilik çalışmalarının bilinçli ve yeni teknolojiye uygun olarak yürütülmesini sağlayacak desteklerin sunulması ve üretim performansının artırılması sağlanmalıdır. Verimli üretim, üretilen ürünün piyasaya daha ekonomik olarak sunulmasına olanak sağlayacak ve bu da tüketim alışkanlığının arttırılmasına katkı sunacaktır. Bu ve önceki çalışmalarda da belirlendiği gibi balık tüketiminde alışkanlığın olmaması, temizleme ve pişirme sürecinin güçlüğü ve kokusu tüketim oranını en fazla etkileyen nedenlerden birisidir.

Sanayi ve kentleşme nedeniyle azalan karasal protein kaynaklarının yerini su ürünlerine bıraktığı günümüzde, deniz ve tatlısu kaynaklarının doğru ve verimli olarak tüketime sunulması artan nüfusun protein ihtiyacını karşılayabilecektir. Aynı zamanda su ürünleri tüketiminin insan sağlığı açısından önemini

vurgulayan uygulamalar ile her yaştaki insanda sağlıklı beslenme bilinci arttırılabilir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkıları

Bu makalede tüm yazarlar eşit katkıda bulunmuştur.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- Arık Çolakoğlu, F., İşmen, A., Özen, Ö., Çakır, F., Yığın, Ç., & Ormancı, H. B. (2006). Çanakkale ilindeki su ürünleri tüketim davranışlarının değerlendirilmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-3), 387-392.
- Arslan, M., & İzci, L. (2016). *Antalya ili su ürünleri tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi*. [Yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye].
- Balık, İ., Yardımcı, C., & Turhan, O. (2013). Ordu ili Fatsa ve Aybastı ilçelerinde balık tüketim alışkanlıklarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(2), 18-28.
- Bayraktar, S. (2018). *Ankara ve Çanakkale'de su ürünleri tüketim tercihleri ve alışkanlıklarının karşılaştırılması*. [Yüksek lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye].
- Büyüköztürk, Ş (2005) *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Pegem Akademi Yayıncılık.

- Çiçek, M., Dikel, S., Telliöglu, F. S., Sağlamtimur, G., Özgüven, A., & Yabacı, F. S. (2015). Mersin ili su ürünleri tüketim algısının değerlendirilmesi. *İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi Bildiriler Kitabı*, Nevşehir, Türkiye. Erişim tarihi: 1 Şubat 2018, <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2993.8088>
- Erdoğan, O. (2018). *Muğla ilinin Datça ve Kavaklıdere ilçelerinde su ürünleri tüketim alışkanlıklarının karşılaştırılması olarak incelenmesi*. [Yüksek lisans tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye].
- Gül Yavuz, G., Yasan Ataseven, Z., Gül, U., & Gülaç, Z. N. (2015). Su ürünleri tüketiminde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Ankara ili örneği. *Yunus Araştırma Bülteni*, 15(1), 73-82.
- Güler, E., Doğan, H. G., Polat, S., Yeşilayer, N., & Buhan, E. (2017). Ağrı ili Merkez ilçede yaşayan bireylerin balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(3), 26-35.
- Güngör, E. S. (2014). *Erzurum ve Van illerindeki balık tüketimi ve tüketici tercihleri üzerine bir araştırma*. [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye].
- Gürçay, S. (2014). *Ülkemiz su ürünleri yetiştiriciliğinin mevcut durumu ve geleceği*. Elazığ Su Ürünleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Yayınları.
- Kaplan, E., Buhan, E., & Yeşilayer, N. (2019). Mardin ilinde balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi: Kızıltepe ilçesi örneği. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 8(1), 59-73.
- Karakaya, E. (2020). Erzinan ili balık tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 18-29.
- Karakulak, Y., Arslan, G., & Yanık, T. (2020). Erzurum ili merkez ilçelerinin su ürünleri tüketim davranışları üzerine araştırmalar. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 290-300. <https://doi.org/10.22392/actaquat.669336>
- Odabaşı, Y. (2016). *Su ürünleri tüketim alışkanlıkları üzerine bir araştırma: Diyarbakır ili örneği*. [Yüksek lisans tezi. Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye].
- Saygı, H., Saka, Ş., Fırat K., & Katağan, T. (2006). İzmir merkez ilçelerinde kamuoyunun balık tüketimi ve balık yetiştiriciliğine yaklaşımı. *Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 133-138.
- Saka, F., & Bulut, M. (2020). Determination of Fish Consumption in Çanakkale. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1), 7-14. <https://doi.org/10.33714/masteb.658093>
- Selvi, K., Kandemir, G., & Özdikmenli Tepeli, S. (2019). Determination of factors affecting on the fish consumption habit in rural areas: The case of Çan (Çanakkale). *COMU Journal of Marine Science and Fisheries*, 2(2), 132-141.
- Sivri, H. B. (2018). *Su ürünleri tüketimi yönünden tüketici davranışlarının araştırılması: Mersin ili örneği*. [Yüksek lisans tezi. Mersin Üniversitesi, Mersin, Türkiye].
- Şen, A. (2011). *Konya ve Mersin il merkezlerinde yaşayan bireylerin balık tüketimi konusundaki alışkanlık ve bilgi düzeylerinin karşılaştırılması*. [Yüksek lisans tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye].
- Şen, İ., & Şahin, A. (2017). Mersin'de yaşayan tüketicilerin balık tüketim tercihlerini demografik faktörler açısından ele alan bir araştırma. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 33-46.
- Uzundumlu, A. S., & Dinçel, E. (2015). Trabzon ili Beşikdüzü ilçesinde balık eti tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 29(2), 1-11.
- Yazıcıoğlu, N. (2015). *Su ürünleri sektörüne genel bakış tüketici davranışları ve su ürünlerinin sağlık açısından faydaları*. [Yüksek lisans tezi. Gediz Üniversitesi, İzmir, Türkiye].
- Yüksel, F., Karaton Kuzgun, N., & Özer, E. İ. (2010). Tunceli ili balık tüketim alışkanlığının belirlenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(5), 28-36.



## Investigation of the Effect of Lead Adsorption on Surface Modified Fish Bones

Bayram Kızılkaya<sup>1</sup>  • Evren Tan<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, bayram342001@yahoo.com

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, evrentantr@gmail.com

✉ Corresponding Author: bayram342001@yahoo.com

### Please cite this paper as follows:

Kızılkaya, B., Tan, E. (2020). Investigation of the Effect of Lead Adsorption on Surface Modified Fish Bones. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 56-60.

## ARTICLE INFO



Received: 16.08.2020

Accepted: 13.10.2020

### Keywords

Surface modification

Fish bone

Apatite

Lead

## ABSTRACT

This study investigates lead (Pb) elimination of surface modified fish bones as a biogenic apatite source. Surface modification was performed with 4-Aminohippuric acid (MBA<sub>1</sub>) and 2-Thiophenecarboxaldehyde (MBA<sub>2</sub>). In this study, different methods were used for surface modification. Apart from that, lead elimination was performed by the method of adsorption in aqueous solution. It is detected that both of the modified materials eliminate as 7.16 mg/g in 50 mgL<sup>-1</sup> lead solution. It was determined that MBA<sub>1</sub> and MBA<sub>2</sub> materials removed 99.9% of the lead in solution. In conclusion, it is seen that waste fish bones, which are regarded as worthless, can be applied to the chemical modifications and they can be transformed into useful materials. It is possible to say that transforming them into economic, efficient, qualified and useful materials can contribute environment.

## INTRODUCTION

It is known that environmental pollution has increased seriously due to the increasing population, technological developments, and uncontrolled industrialisation. It is also seen that natural resources rapidly extinct in order to supply the needs of world population. Moreover, most of the wastes of human being,

industry and technology are disposed unhealthily. As the potable and available water resources lessen, it is seen that pollution has reached a hazardous level for human being and environment. Although active carbon is an efficient adsorbent, it is not used very often as it is expensive. (Baccar et al., 2009; Mahmoodi et al., 2011). There are various methods of

disposing waste; yet, it is evident that most of these methods are expensive and inadequate. In recent years, most of the studies focus on recycling waste and transforming them into qualified materials and essential studies exist for this purpose.

Hydroxyapatites are used as an important material as they have ion exchange property and hydroxyl groups (–OH). As the bones have biogenic and natural hydroxyapatite resources, they can be used efficiently. Fish bones are generally composed of 30% organic compound of fibrous protein and collagen and approximately 70% inorganic hydroxyapatite  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  (HAP) (Dimovic et al., 2009; Kizilkaya et al., 2010). This study aims to research the effect of chemical modification of waste fish bones in lead adsorption.

## MATERIAL AND METHODS

### Preparation of Fish Bones

Tuna fish bones provided from Dardanel Onentas Gıda Sanayi AS (Çanakkale, Turkey) were used as waste fish bones. Firstly, purification and milling and then homogenization were applied to the waste fish bones provided. The most efficient way for cleansing is using alkali solutions (Kizilkaya et al., 2010). Accordingly, unprocessed fish bones were treated with mechanic mixer in 60°C with NaOH solution until they were purified from contamination. Finally, the waste fish bones were dried in the incubator and pulverized with the aid of homogenizer and grinder.

### Functionalization of Bone Surfaces with 4-Aminohippuric Acid and 3-Aminopropyl-Triethoxysilane

Fish bones have been modified with 4-Aminohippuric acid and 2-thiophenecarboxaldehyde (Tan et al., 2014; Kizilkaya et al., 2016). Esterification reaction occurs in acidic environment by extracting a molecule of  $\text{H}_2\text{O}$  via hydroxyapatite-OH group and carboxyl group (–COOH)–OH. In brief, fish bone was refluxed with 4-Aminohippuric acid (**MBA<sub>1</sub>**) in boiling point inert atmosphere (Tan et al., 2014). Firstly, fish particles were silanized with 3-aminopropyl-triethoxysilane, and then stirred with magnetic stirrer with 2-thiophenecarboxaldehyde (**MBA<sub>2</sub>**) in room temperature (Kizilkaya et al., 2016). All modified solid phase was dried at 45°C in incubator.

### Lead Elimination and Adsorption

The elimination and adsorption experiments were performed in aquatic environment with the interference of lead solution and modified fish bones. Lead adsorption and elimination of the materials achieved from the experiments were investigated.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (Acros Organics, 211565000) were used for the experiments. The solution was prepared in 50  $\text{mgL}^{-1}$  concentration and each material was adsorbed with 1:200 adsorbent/solvent proportions during 30 hours and then the liquid phase taken from the solution was filtered with 0.45  $\mu\text{m}$  syringe, analysed with AAS-Flame and finally the lead amount adsorbed were determined. Photron (HGC0358, in Australia)

halogen cathode ray tube was used for lead analysis.

The removal capacities of fish bone as milligram per gram of bone (mg/g fish bone) were calculated with Equation (1) (Kaushal & Tiwari, 2010; Kizilkaya et al., 2010; Rafatullah et al., 2010)

$$q_{e.exp} = \frac{(C_0 - C_t)}{W} \times V \quad (1)$$

$C_0$  is the initial concentration of dye (mg/l),  $C_t$  is the dye concentration after sorption time  $t$  (mg/L).  $V$  is the volume of dye solutions (ml) and  $W$  is the weight of bone (g).  $q_{e.exp}$  is experimental adsorption capacity (mg/g).

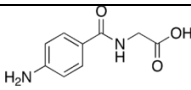
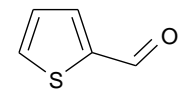
## RESULTS AND DISCUSSION

4-Aminohippuric acid and 2-Thiophenecarboxaldehyde technical information and  $q_e$  and  $A$  (Absorption) % of the lead removal of the materials achieved were given in Table 1. The materials achieved were interacted with lead solutions in  $50 \text{ mgL}^{-1}$  concentration. Lead elimination for  $\text{MBA}_1$  and  $\text{MBA}_2$  were detected as  $7.16 \text{ mg/g}$ . Atomic

number of lead is 82 and atomic mass of it is  $207 \text{ g/mol}$ . It is known that the atomic mass of it is higher than the other metals. Bones are natural resources of ion exchange. Ion exchange takes place with calcium which exists in metals and apatite structure. The molecule magnitude and the atomic mass of lead in ion exchange can be inferred as approximate results in both of the modified materials.

There are various methods of elimination of heavy metals in water resources such as neutralisation, chemical precipitation, adsorption, ion exchange, reverse osmosis, phytoextractum, or extraction of membrane and solvent. (Bailey et al., 1999; Donat et al., 2005). Among these methods, it is known that ion exchange, chemical precipitation, membrane processes and solvent extraction are expensive and insufficient for low metal involving water and waste water resources. Therefore, adsorption process can be offered as the cheapest and the most efficient way of eliminating heavy metals such as lead in water and waste water resources.

**Table 1.** Information and lead (Pb) elimination of modification chemicals

	Molecule	$M_A$	Pb	
			$q_e$ (mg/g)	%A
<b>MBA<sub>1</sub></b>	4-Aminohippuric acid 	<b>194.19</b>	7.16	99.96
<b>MBA<sub>2</sub></b>	2-Thiophenecarboxaldehyde 	<b>112.15</b>	7.16	99.95

Studies on natural bones focus especially on metal adsorption. In this context; cobalt (Dimovic et al., 2009), zinc (Banat et al., 2000), chrome (Chojnacka, 2005), copper and nickel (Alasbeb et al., 1999) eliminations and

adsorptions are investigated. It is seen that Hydroxyapatite is applicable in the elimination and adsorption of heavy metals thanks to its low-resolution in water, high stability in degradation and oxidation, high surface space

and buffer capacity. In this field, synthetic HA was synthesized with cobalt (Smiciklas et al., 2006), lead (Janga et al., 2008), and copper (Corami et al., 2008), cadmium (Zhu et al., 2008) and their eliminations were also studied.

## CONCLUSION

As it is known, waste products are supplied from several fields. It is known that the precautions are expensive and insufficient in disposing these wastes. Therefore, several researchers study upon transforming these wastes into useful materials. In this study, it is investigated that waste fish bones can be used after chemical processes. In this context, the surfaces of fish bones were modified with chemicals 4-Aminohippuric acid and 2-Thiophenecarboxaldehyde. The materials achieved after the modifications were interacted with the lead ions in aqueous solutions. It is detected that both of the modification products cleanse 99.9% of the lead solution in 50 mgL<sup>-1</sup> concentration.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by TÜBİTAK Project No: 213M200. The authors acknowledge TÜBİTAK and also wish to thank Merve Nihal TAN for her help in English proofreading. Lab experiments were carried out in the laboratory of Biochemistry; and laboratory of Feed and Food Analysis, Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Both authors made contributions in the necessary fields during preparation of samples, the experiments, the evaluating of the results and the writing of the article.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Alasbeb, S., Banat, F., & Mobai, F. (1999). Sorption of copper and nickel by spent animal bones. *Chemosphere*, 39(12), 2087-2096. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00098-3](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00098-3)
- Baccar, R., Bouzid, J., Feki, M., & Montiel, A. (2009). Preparation of activated carbon from Tunisian olive-waste cakes and its application for adsorption of heavy metal ions. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2-3), 1522-1529. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.06.041>
- Bailey, S., Olin, T. R., & Dean, M. A. (1999). A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. *Water Research*, 33(11), 2469-2479. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00475-8](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00475-8)
- Banat, F., Asheh, S. A., & Mohai, F. (2000). Batch zinc removal from aqueous solution using dried animal bones. *Separation and Purification Technology*, 21(1-2), 155-164. [https://doi.org/10.1016/S1383-5866\(00\)00199-4](https://doi.org/10.1016/S1383-5866(00)00199-4)
- Chojnacka, K. (2005). Equilibrium and kinetic modelling of chromium (III) sorption by animal bones. *Chemosphere*, 59(3), 315-320. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.10.052>

- Corami, A., D'Acapito, F., Mignardi, S., & Ferini, V. (2008). Removal of Cu from aqueous solutions by synthetic hydroxyapatite: EXAFS investigation. *Materials Science and Engineering B*, 149(2), 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2007.11.006>
- Dimovic, S., Smiciklas, I., Plecas, I., Antonovic, D., & Mitric, M. (2009). Comparative study of differently treated animal bones for Co<sup>2+</sup> removal. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 279–287. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.08.013>
- Donat, R., Akdogan, A., Erdem, E., & Cetisli, H. (2005). Thermodynamics of Pb<sup>2+</sup> and Ni<sup>2+</sup> adsorption onto natural bentonite from aqueous solutions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 286(1), 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2005.01.045>
- Janga, S. H., Jeonga, Y. G., Mina, B. G., Lyoob, W. S., & Leea, S. C. (2008). Preparation and lead ion removal property of hydroxyapatite/polyacrylamide composite hydrogels. *Journal of Hazardous Materials*, 159(2-3), 294–299. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.018>
- Kaushal, M., & Tiwari, A. (2010). Removal of rhodamine-B from aqueous solution by adsorption onto crosslinked alginate beads. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 31(4), 438–441. <https://doi.org/10.1080/01932690903210135>
- Kizilkaya, B., Tekinay, A. A., & Dilgin, Y. (2010). Adsorption and removal of Cu (II) ions from aqueous solution using pretreated fish bones. *Desalination*, 264(1-2), 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.06.076>
- Kizilkaya, B., Ucyol, N., & Tekinay, A. A. (2016). Surface modification of biogenic hydroxyapatite particles with 2-thiophenecarboxaldehyde. *Environmental Science: An Indian Journal*, 12(7), 1-10.
- Mahmoodi, N. M., Salehi, R., & Arami, M. (2011). Binary system dye removal from colored textile wastewater using activated carbon: Kinetic and isotherm studies. *Desalination*, 272(1-3), 187-195. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.01.023>
- Rafatullah, M., Sulaiman, O., Hashim, R., & Ahmad, A. (2010). Adsorption of copper (II) onto different adsorbents. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 31(7), 918–930. <https://doi.org/10.1080/01932690903224003>
- Smiciklas, I., Dimovic, S., Plecas, I. & Mitric, M. (2006). Removal of Co<sup>2+</sup> from aqueous solutions by hydroxyapatite. *Water Research*, 40(12), 2267–2274. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.04.031>
- Tan, E., Kizilkaya, B., Ucyol, N., Ormanci, H. B., & Oral, A. (2014). Surface modification with P-aminohippuric acid on biogenic apatite (fish bones) particles. *Marine Science and Technology Bulletin*, 3(2), 45-50.
- Zhu, R., Yu, R., Yao, J., Mao, D., Xing, C. & Wang, D. (2008). Removal of Cd<sup>2+</sup> from aqueous solutions by hydroxyapatite. *Catalysis Today*, 139(1-2), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2008.08.011>





## The Northernmost Confirmation of the Occurrence of Parrotfish (*Sparisoma cretense* Linnaeus, 1758) in the Eastern Mediterranean With Its First Record From Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey)

Özgür Cengiz<sup>1</sup> • Şenol Paruğ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, Van, Turkey, ozgurcengiz17@gmail.com

<sup>2</sup> Kastamonu University, Faculty of Fisheries, Kastamonu, Turkey, senolparug@gmail.com

✉ Corresponding Author: senolparug@gmail.com

### Please cite this paper as follows:

Cengiz, Ö., Paruğ, Ş. (2020). The Northernmost Confirmation of the occurrence of Parrotfish (*Sparisoma cretense* Linnaeus, 1758) in the Eastern Mediterranean with Its First Record from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 61-68.

### ARTICLE INFO



Received: 19.08.2020

Accepted: 20.10.2020

### Keywords

Occurrence  
Parrotfish  
*Sparisoma cretense*  
Saros Bay  
Northern Aegean Sea  
Turkey

### ABSTRACT

An ongoing warming trend is obviously proof in both the surface and deep waters of the Mediterranean Sea. The increasing seawater temperature renders this sea more receptive to invasion by thermophilic species and affects marine species and ecosystems. In this connection, a single specimen of *Sparisoma cretense* was caught on 20 September 2013 off the İbrice Bight at approximately 40°36'07.8"N 26°32'44.3"E (Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey). This paper presents the first record of *S. cretense* in the Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey), which is the northernmost confirmed occurrence of the parrotfish for the Eastern Mediterranean.

### INTRODUCTION

According to ongoing phylogenetic and evolutionary analyses of parrotfishes, they are asserted to be the subfamily Scarinae belongs to the family Labridae (Westneat and Alfaro,

2005). Nevertheless, some authorities prefer to classify them as a family-level taxon (Randal, 2007). Recently, parrotfishes have been considered to be included in the Scaridae family, which divided into two subfamilies (Van

Der Laan et al., 2014). The subfamily Scarinae includes the genera *Bolbometopon*, *Cetoscarus*, *Chlorurus*, *Hipposcarus* and *Scarus*, whereas the subfamily Sparisomatinae includes the genera *Calotomus*, *Cryptotomus*, *Leptoscarus*, *Nicholsina* and *Sparisoma* (WoRMS, 2020). The Scaridae family consist of 10 genera (Golani et al., 2006) and 99 species, two in the Mediterranean, the native *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) and the Lessepsian migrant *Scarus ghobban* (Forsskål, 1775) (Fishbase, 2020; WoRMS, 2020). The parrotfish (*Sparisoma cretense* Linnaeus, 1758) is thermophilic and a necto-benthic species inhabiting rocky bottoms and seagrass beds. It is a daytime feeder, scraping algae, seagrass and small invertebrates from the substrate with its fused, beak-like jaw (Guidetti and Boero, 2001). This species is mainly distributed along the southern and eastern coast of the Mediterranean Basin (i.e., northern Africa, Sicily and the Aegean Sea), in depth ranging from shallow waters to 50 m. approximately (Petrakis and Papaconstantinou, 1990; Vacci et al., 1999). *S. cretense* displays sexual dichromatism (De Girolamo et al., 1999) and a dual mating system, with either multi-male groups or one dominant male holding harems (Alfonso et al., 2002). Petrakis and Papaconstantinou (1990) declared that females mature in the first year while males in the third year and the male to female ratio was almost 1:1. Its spawning period occurs between July-September (De Girolamo et al., 1999) with juveniles recruiting in late summer (Guidetti and Boero, 2001). The species

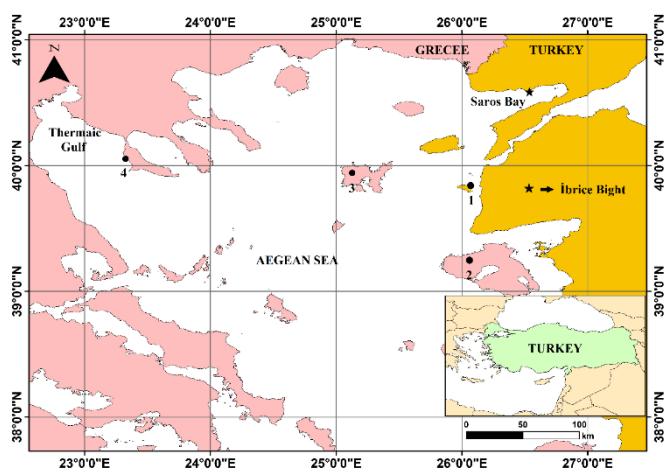
has low economic importance (Kampouris and Batjakas, 2018).

Dulčić et al. (2006) emphasized that the most remarkable change in population structure was observed recently with three species: grey triggerfish (*Balistes capriscus* Gmelin, 1798), ornate wrasse (*Thalassoma pavo* Linnaeus, 1758) and parrotfish (*Sparisoma cretense* Linnaeus, 1758). In this connection, Filiz and Sevingel (2015) underlined that due to being a target species in various fisheries, habitat loss and pollution, the parrotfish population had been evaluated as Endangered (EN) in Turkey (Fricke et al., 2007), Least Concern (LC) in the Mediterranean (Abdul Malak et al., 2011) and proposed for Annexes II and V for the EU Habitats Directive (Fricke et al., 2007). Therefore, any generated biological data concerning this species will be of great value and importance. This paper presents the first record of *S. cretense* in the Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey), which is the northernmost confirmed occurrence of the parrotfish for the Eastern Mediterranean.

## MATERIAL AND METHODS

Saros Bay, which is situated in the Northeastern Aegean Sea, is connected to the North Aegean with a depth of approximately 600 m to the west. The shelf extends at a water depth of 90-120 m. The length of the bay is about 61 km, and the width at the opening to the Aegean Sea is about 36 km (Eronat and Sayın, 2014). As Saros Bay had been closed to bottom trawl fishing since 2000 (Cengiz et al.,

2014; 2015) and no industrial activity was prevalent in the area (Sarı and Çağatay, 2001), the bay can be considered as a pristine environment (Cengiz et al., 2013). A single specimen of *Sparisoma cretense* was caught using the fishing line by a commercial fisherman at a depth of less than 30 m. on 20 September 2013 off the İbrice Bight (Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey) at approximately 40°36'07.8"N 26°32'44.3"E (Figure 1).



**Figure 1.** Range extension of *Sparisoma cretense* in Northern Aegean Sea (black dots and star indicate consecutive reports and the most recent record, respectively): 1: Eryilmaz (2003) from Bozcaada Isl., 2: Gerovasileiou et al. (2007) from Lesvos Isl., 3: Kavadas et al. (2012) from Limnos Isl., 4: Kampouris and Batjakas (2018) from Thermaic Gulf (40° 04' 10.7" N and 23° 19' 59.3" E)

The specimen was identified based on Mater et al. (2009), photographed, some measurement and meristic characters were measured. And then, the specimen was fixed and preserved in 6% formalin solution (Figure 2).



**Figure 2** - *Sparisoma cretense* captured in the İbrice Bight (Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey)

## RESULTS

The taxonomic position of the species is as following:

**Subphylum:** Vertabrata

**Class:** Actinopterygii

**Order:** Perciformes

**Suborder:** Labroidei

**Family:** Scaridae

**Subfamily:** Sparisomatinae

**Genus:** *Sparisoma*

**Scientific Name:** *Sparisoma cretense*  
(Linnaeus, 1758)

**Common Name:** Parrotfish

**Synonyms:** *Euscarus cretensis* (Linnaeus, 1758), *Labrus cretensis* (Linnaeus, 1758), *Scarus canariensis* (Valenciennes, 1838), *Scarus cretensis* (Linnaeus, 1758), *Scarus mutabilis* (Lowe, 1838), *Scarus rubiginosus* (Valenciennes,

1840), *Scarus siculo* (Cocco, 1846), *Sparidosoma cretense* (Linnaeus, 1758)

Some morphometric and meristic characters for *Sparisoma cretense* were given in Table 1. Other morphological characters are as follows: Rather deep body, small eyes, large scales on body and major part of the head, conical snout is shorter than post-orbital length. Lateral line complete, ending at the base of the caudal fin. Dorsal and lateral sides greyish, light on the abdomen.

**Table 1.** Some morphometric and meristic characters for *Sparisoma cretense* captured in the İbrice Bight (Saros Bay, Northern Aegean Sea, Turkey)

Morphometric characters	Values
Total length (mm)	254.0
Standard length (mm)	223.0
Weight (g)	220.0
Anal length (mm)	124.0
Eye diameter (mm)	12.8
Body depth (mm)	76.0
Head length (mm)	57.7
Dorsal fin length (mm)	119.7
Pectoral fin length (mm)	46.5
Meristic characters	
Dorsal fin rays	IX - 10
Anal fin rays	III - 9
Pectoral fin rays	12
Pelvic fin rays	I - 5
Lateral line	21

## DISCUSSION

With regard to the Greek waters, this species has been caught in the Dodecanese Island (southern Aegean Sea) by Petrakis and Papaconstantinou (1990), in the Kyklades Island (southern Aegean Sea) by Stergiou et al. (2002) and in the Kriti Island (southern Aegean Sea) by Katsanevakis and Thessalou-Legaki (2009). In addition, Papaconstantinou (2014) documented this species was reported only in the Limnos and Lesvos Islands (northern Aegean Sea) by Kavadas et al. (2012) and by Gerovasileiou et al. (2007), respectively. However, Kampouris and Batjakas (2018) determined its presence at approximately 40°04'10.7" N and 23°19'59.3" E in the Thermaic Gulf (Northwestern Aegean Sea) (Figure 1).

As for Turkey Seas, the parrotfish has been reported by Eryilmaz (2003) in the Bozcaada Island (northern Aegean Sea), by Öğretmen et al. (2005) in the Gökova Bay (southern Aegean Sea), by Filiz and Sevingel (2015) in Izmir Bay (central Aegean Sea) and by Yapıcı et al. (2016) in the Sığacık Bay (central Aegean Sea), as a summary. This species was included in the checklists of Turkish fishes (Fricke et al., 2007). Although several studies on fish communities have been done in the Saros Bay (Koç et al., 2004; İşmen et al., 2007; Altuğ et al., 2011; Cengiz et al., 2011; Keskin et al., 2011a; 2011b), *S. cretense* has never been caught or mentioned for this area. In addition, local fishermen had never caught the parrotfish or shown knowledge of this species.

Four categories of biological response to climatic change can be aligned as follows: (1) the appearance of indicator species, (2) the appearance of new populations, (3) the increase or decrease in fish stocks, based on year-class strength, and (4) structural changes in the ecosystem (Cushing and Dickson, 1977). From this perspective, the unusual occurrences of marine life have been used as indicators of changes in the marine environment (Mearns, 1988) and changes in fish assemblages may be the first indication of an environmental shift (Stephens et al., 1988). In this sense, the faunal changes observed are related to climate change and water warming (Dulčić et al., 1999; Dulčić and Grbec, 2000). They control the rate of change in the geographical distribution of marine species or populations in the sea (Papaconstantinou, 2014) and these changes may affect the status of the Turkish marine fauna and give rise to a rare occurrence in Saros Bay (Cengiz et al., 2019a; 2019b). The northward distributions of the parrotfish inhabiting the warm-water sectors of the Mediterranean Basin have been interpreted by many authors as a signal of climate changes (i.e. water warming) (Vacci et al., 1999; Dulčić and Pallaoro, 2001; Abecasis et al., 2008; Azzurro et al., 2011; Kruschel et al., 2012; Perdikaris et al., 2012; Kampouris and Batjakas, 2018; Ventura et al., 2019). Therefore, the native thermophilic species appearing northern than the known range could serve as sentinels by providing the first indication of changes in seawater temperature (Azzurro, 2008).

## CONCLUSION

As a result, the rising of the seawater temperature can be an explanation for the appearance of the species on the Saros Bay. Thus, the known range of *S. cretense* extends from Kriti Island to the Saros Bay in the Aegean Sea. This occurrence could be the base for future monitoring of possible spreading of the species and the record of native thermophilic species, such as parrotfish, may assist in estimating the changes on the Mediterranean marine ecosystem.

## COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

### Authors' Contributions

Both authors contributed equally to this paper.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Abdul Malak, D., Livingstone, S. R., Pollard, D., Polidoro, B. A., Cuttelod, A., Bariche, M., Bilecenoglu, M., Carpenter, K. E., Collette, B. B., Francour, P., Goren, M., Kara, M. H., Massufí, E., Papaconstantinou, C., & Tunesi, L. (2011). Overview of the conservation status of the marine fishes of the Mediterranean Sea. IUCN, Gland, Switzerland and Malaga, Spain.

- Abecasis, D., Bentes, L., Ribeiro, J., Machado, D., Oliveira, F., Veiga, P., Gonçalves, J. M. S., & Erzini, K. (2008). First record of the Mediterranean parrotfish, *Sparisoma cretense* in Ria Formosa (south Portugal). *Marine Biodiversity Records*, 1, e27. <https://doi.org/10.1017/S175526720600248X>
- Alfonso, P., Morato, T., & Santos, R. S. (2002). Spatial patterns in reproductive traits of the temperate parrotfish *Sparisoma cretense*. *Fisheries Research*, 90, 92-99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.09.029>
- Altuğ, G., Aktan, Y., Oral, M., Topaloğlu, B., Dede, A., Keskin, ., İşinibilir, M., ardak, M., & ifti, P. S. (2011). Biodiversity of the northern Aegean Sea and southern part of the Sea of Marmara, Turkey. *Marine Biodiversity Records*, 4, 1-17. <https://doi.org/10.1017/S1755267211000662>
- Azzurro, E. (2008). The advance of thermophilic fishes in the Mediterranean Sea: Overview and methodological questions (pp. 39-46). In Briand, F. (Ed.), *Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota*. CIESM Workshop Monographs, Monaco.
- Azzurro, E., Moschella, P., & Maynou, F. (2011). Tracking signals of change in Mediterranean fish diversity based on local ecological knowledge. *PLoS ONE*, 6, e24885.
- Cengiz, ., İşmen, A., zekinci, U., & ztekin, A. (2011). An investigation on fish fauna of Saros Bay (Northern Aegean Sea). *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences*, 11, 31-37.
- Cengiz, ., zekinci, U., İşmen, A., & ztekin, A. (2013). Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Mediterranean Marine Science*, 14, 36-44. <https://doi.org/10.12681/mms.328>
- Cengiz, ., İşmen, A., & zekinci, U. (2014). Reproductive biology of the spotted flounder, *Citharus linguatula* (Actinopterygii: Pleuronectiformes: Citharidae), from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44, 123-129. <https://doi.org/10.3750/AIP2014.44.2.06>
- Cengiz, ., zekinci, U., İşmen, A., & ztekin, A. (2015). Some reproductive characteristics of four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Journal of Agricultural Sciences*, 21, 270-278.
- Cengiz, ., Paruğ, ř. ř., & Kızılkaya, B. (2019a). Occurrence of rudderfish (*Centrolophus niger* Gmelin, 1789) in Saroz Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7, 799-801. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i5.799-801.2448>
- Cengiz, ., Paruğ, ř. ř., & Kızılkaya, B. (2019b). First record of wide-eyed flounder (*Bothus podas* Delaroche, 1809) in Saroz Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7, 899-902. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i6.899-902.2497>
- Cushing, D. H., & Dickson R. R. (1977). The biological response in the sea to climatic changes. *Advances in Marine Biology*, 14, 1-122. [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(08\)60446-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(08)60446-0)
- De Girolamo, M., Scaggiante, M., & Rasotto, M. B. (1999). Social organization and sexual pattern in the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Teleostei: Scaridae). *Marine Biology*, 135, 353-360.
- Duli, J., Grbec, B., & Lipej, L. (1999). Information on the Adriatic ichthyofauna - effect of water warming? *Acta Adriatica*, 40, 33-43.
- Duli, J., & Grbec, B. (2000). Climate change and Adriatic ichthyofauna. *Fisheries Oceanography*, 9, 187-191.
- Duli, J., & Pallaoro, A. (2001). Some new data on *Xyrichtys novacula* (Linnaeus, 1758) and *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) from the Eastern Adriatic. *Annales Series Historia Naturalis*, 11, 35-40.
- Duli, J., Tutman, P., & alet, M. (2006). Northernmost occurrence of the white grouper, *Epinephelus aeneus* (Perciformes: Serranidae), in the Mediterranean area. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 36, 73-75.

- Eronat, C., & Sayin, E. (2014). Temporal evolution of the water characteristics in the bays along the eastern coast of the Aegean Sea: Saros, İzmir, and Gökova bays. *Turkish Journal of Earth Science*, 23, 53-66. <https://doi.org/10.3906/yer-1307-4>
- Eryilmaz, L. (2003). A study on the fishes of Bozcaada Island (North Aegean Sea). *Turkish Journal of Marine Sciences*, 9, 121-137.
- Filiz, H., & Sevingel, N. (2015). A new maximum length for the Parrotfish, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1, 140-143. <https://doi.org/10.3153/JAEFR15015>
- Fishbase. (2020). Fish Identification: Family: Scaridae Parrotfishes. <https://www.fishbase.se/identification/SpeciesList.php?famcode=364#result>
- Fricke, R., Bilecenoğlu, M., & Sari, H. M. (2007). Annotated checklist of fish and lamprey species of Turkey, including a red list of threatened and declining species. *Stuttgarter Beitrage zur Naturkunde Serie A (Biologie)*, 706, 1-169.
- Gerovasileiou, V., Sini, M. I., Poursanidis, D., Lekkas, V., & Filios, V. (2007). Biodiversity in marine areas off the island of Lesbos (NE Aegean), potentially targets for the establishment of diving parks (preliminary results). *Proceedings of the 13th Hellenic Congress of Greek Ichthyologists*, Mytilini, Greece. pp. 567-570.
- Golani, D., Ozturk, B., & Basusta, N. (2006). *Fishes of the Eastern Mediterranean*. Turkish Marine Research Foundation, Istanbul, Turkey.
- Guidetti, P., & Boero, F. (2001). Occurrence of the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Perciformes: Scaridae) in south-eastern Apulia (south-east Italy). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81, 717-719. <https://doi.org/10.1017/S0025315401004507>
- İşmen, A., Özen, O., Altınağaç, U., Özekinci, U., & Ayaz, A. (2007). Weight-length relationships of 63 fish species in Saros Bay, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 23, 707-708. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00872.x>
- Kampouris, T. E., & Batjakas, I. E. (2018). The northernmost record of the thermophilic Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) (Perciformes, Scaridae) in the Eastern Mediterranean Sea (Northwestern Aegean Sea). *Annales Series Historia Naturalis*, 28(2), 111-116. <https://doi.org/10.19233/ASHN.2018.13>
- Katsanevakis, S., & Thessalou-Legaki, M. (2009). Documenting the presence of protected species in Souda Bay. *Proceedings of the 9th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries*, Patra, Greece. pp. 745-750
- Kavadas, S., Petrakis, G., Siapatis, A., Barbas, T., & Damalas, D. (2012). Metiers in small scale fisheries in N. E. Aegean. *Proceedings of the 10th Panhellenic Symposium on Oceanography & Fisheries*, Athens, Greece. pp. 160
- Keskin, C., Turan, C., & Ergüden, D. (2011a). Distribution of the demersal fishes on the continental shelves of the Levantine and North Aegean Seas (Eastern Mediterranean). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11, 413-423. <https://doi.org/10.4194/trjfas2011.0311>
- Keskin, C., Ordines, F., Guijarro, B., & Massuti, E. (2011b). Comparison of fish assemblages between the Sea of Marmara and the Aegean Sea (north-eastern Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91, 1307-1318. <https://doi.org/10.1017/S0025315410002213>
- Koç, H. T., Aka, Z., & Çakır, D. T. (2004). An investigation on fishes of Saros Bay (Northern Aegean Sea). *Journal of Balikesir University Institute of Science and Technology*, 6, 4-12.
- Kruschel, C., Zubak, I., & Schultz, S. T. (2012). New records of the parrotfish, *Sparisoma cretense*, and the cleaver wrasse, *Xyrichtys novacula*, by visual census in the Southern Adriatic. *Annales Series Historia Naturalis*, 22, 47-53.
- Mater, S., Kaya, M., & Bilecenoğlu, M. (2009). *Marine fishes of Turkey* (4th press). Ege University Fisheries Faculty Publishing, No. 68, İzmir (In Turkish).

- Mearns, A. J. (1988). The odd fish: Unusual occurrences of marine life as indicators of changing ocean conditions (pp. 137-173). In Soule, D. F., & Keppel, G. S. (Eds.), *Marine organisms as indicators*. Berlin, Springer.
- Öğretmen, F., Yılmaz, F., & Koç, H. T. (2005). An investigation on fishes of Gökova Bay (Southern Aegean Sea). *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 19-36.
- Papaconstantinou, C. (2014). Fauna Graeciae. An updated checklist of the fishes in the Hellenic Seas (pp 340). *Monographs on Marine Sciences*, 7, The Hellenic Centre for Marine Research, Athens, Greece.
- Perdikaris, C., Konstantinidis, E., & Paschos, I. (2012). *Sparisoma cretense* (L. 1758) from the NW Ionian coast of Greece. *Mediterranean Marine Science*, 13, 164.
- Petrakis, G., & Papaconstantinou, C. (1990). Biology of *Sparisoma cretense* in the Dodecanese (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 6, 14-23. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1990.tb00497.x>
- Randal, J. E. (2007). *Reef and Shore Fishes of the Hawaiian Islands*. University of Hawaii Sea Grant College Program: 546 p.
- Sarı, E., & Çağatay M. N. (2001). Distributions of heavy metals in the surface of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International*, 26, 169-173. [https://doi.org/10.1016/s0160-4120\(00\)00097-0](https://doi.org/10.1016/s0160-4120(00)00097-0)
- Stephens, J. S., Hose, J. H., & Love, M. S. (1988). Fish assemblages as indicators of environmental change in nearshore environments (pp. 91-103). In Soule, D. F., & Keppel, G. S. (Eds.), *Marine organisms as indicators*. New York, Springer.
- Stergiou, K. I., Moutopoulos, D. K., & Erzini, K. (2002). Gill net and longlines fisheries in Cyclades waters (Aegean Sea): Species composition and gear competition. *Fisheries Research*, 57, 25-37. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(01\)00334-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(01)00334-4)
- Vacci, M., Boyer, M., Bussotti, S., Guidetti, P., & La Mesa, G. (1999). Some interesting species in the coastal fish fauna of Ustica Island (Mediterranean Sea). *Cybium*, 23, 323-331.
- Van Der Laan, R., Eschmeyer, W. N., & Fricke, R. (2014). Family-group names of recent fishes. *Zootaxa*, 3882(1), 1-230. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3882.1.1>
- Ventura, D., Colloca, F., & Ardizzone, G. (2019). Settlement evidence of the Mediterranean parrotfish *Sparisoma cretense* (Teleostei: Scaridae) in the Central Tyrrhenian Sea (Giglio Island, Italy). *BioInvasions Records*, 8(2), 413-418. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.2.23>
- Westneat, M. W., & Alfaro, M. E. (2005). Phylogenetic relationships and evolutionary history of the reef fish family Labridae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 36(2), 370-90.
- WoRMS (World Register of Marine Species). (2020). Taxon Tree. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=browser>
- Yapıcı, S., Filiz, H., & Bilge, H. (2016). Northwards range expansion of *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) in the Turkish Aegean Sea. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2, 201-207. <https://doi.org/10.3153/JAEFR16022>





## Determination of Artificial Incubation Time of Some Malawi Cichlid Species Incubating in the Mouth (*Iodotropheus sprengerae*, *Cyrtocara moorii*, *Maylandia estherae*, *Labidochromis caeruleus*) Eggs

Pınar Çelik<sup>1</sup>  • Bahadır Rifat Yalçın<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, pinarakaslan@yahoo.com

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, bahadiryalcin@outlook.com

✉ Corresponding Author: pinarakaslan@yahoo.com

### Please cite this paper as follows:

Çelik, P., Yalçın, B. R. (2020). Determination of Artificial Incubation Time of Some Malawi Cichlid Species Incubating in the Mouth (*Iodotropheus sprengerae*, *Cyrtocara moorii*, *Maylandia estherae*, *Labidochromis caeruleus*) Eggs. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 69-81.

## ARTICLE INFO



**Received:** 23.09.2020

**Accepted:** 15.10.2020

### Keywords

Ornamental fish  
Cichlidae  
Malawi cichlid species  
Hatching

## ABSTRACT

Malawi cichlid species belonging to the Cichlidae family are among the most popular commercial species in the aquarium industry. Females of this species begin to incubate their eggs in the mouth after ovulation. Professional producers continue to induce vomiting of the eggs from the female's mouth at many different times and grow them with artificial incubation. The aim of this study is to determine the most appropriate time to induce vomiting and artificial incubation of eggs of these species. For this purpose, rusty cichlid (*Iodotropheus sprengerae*), blue dolphin cichlid (*Cyrtocara moorii*), red zebra cichlid (*Maylandia estherae*) and electric yellow cichlid (*Labidochromis caeruleus*) were produced in colonies. The development of eggs and larvae obtained from broodstocks were observed. Critical times for cichlid culture have been determined. While electric yellow cichlid (*L. caeruleus*) completed its embryonic development on the 3rd day after ovulation, blue dolphin cichlid (*C. moorii*) and red zebra cichlid (*M. estherae*) species completed on the 4th day, rusty cichlid (*I. sprengerae*) completed on the 5th day. Therefore, the results of the present study revealed that it is not appropriate to apply the same incubation technique to all these species.

# Ağızda Kuluçkalayan Bazı Malavi Ciklit Türleri (*Iodotropheus sprengerae*, *Cyrtocara moorii*, *Maylandia estherae*, *Labidochromis caeruleus*) Yumurtalarının Yapay Kuluçkaya Alınma Zamanının Belirlenmesi

## ÖZET

Cichlidae familyasına ait Malavi ciklit türleri akvaryum sektöründe en çok tercih edilen ticari türler arasında yer almaktadır. Bu türlerin dişileri yumurtalamadan hemen sonra yumurtalarını ağızda kuluçkalamaya başlamaktadır. Profesyonel üreticiler ise çok farklı zamanlarda yumurtaları dişinin ağzından kusturup, yapay kuluçka ile büyötmeye devam etmektedir. Bu çalışmanın amacı, bu türlerin yumurtalarının en uygun ne zaman kusturulup yapay kuluçkaya alınmasını belirlemektir. Bu amaçla, paslı ciklit (*Iodotropheus sprengerae*), yunus ciklit (*Cyrtocara moorii*), portakal ciklit (*Maylandia estherae*) ve sarı prenses ciklit (*Labidochromis caeruleus*) türleri koloni halinde üretilmiştir. Anaçlardan elde edilen yumurta ve larvaların gelişim süreçleri gözlenmiştir. Üretim için kritik zamanlar tespit edilmiştir. Sarı prenses (*L. caeruleus*) yumurtlamadan sonraki 3. günde embriyonik gelişimini tamamlarken, yunus ciklit (*C. moorii*) ve portakal ciklit (*M. estherae*) türleri aynı süreci 4. günde, paslı ciklit (*I. sprengerae*) ise 5. günde tamamlamıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular bu türlerin hepsine aynı kuluçkalama tekniğinin uygulanmasının doğru olmadığını ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Süs balıkları, Cichlidae, Malavi ciklit türleri, Kuluçkalama.

## GİRİŞ

Süs balıkları ticareti dünya çapında 125 ülkeyi içine alan ve küresel ticari değeri yıllık 15-30 milyar ABD \$ civarında olan bir ticari alandır (Evers et al., 2019). Global bazdaki bu ticari değerin %90 'ını Asya, Güney Amerika, İsrail, ABD ve Avrupa'daki yetiştiricilik tesislerinde üretilen tatlı su süs balıkları oluşturmaktadır (Evers et al., 2019). Bazı türler hala doğal kaynaklardan yakalanarak elde edilse de akvaryum sektöründe kullanılan balıkların çoğunluğu insan eli altında üretilmektedir. Akvaryum balıkları ile ilgili yapılan ticari ve bilimsel üretim ve yetiştiricilik çalışmaları, sektörün gelişimine her geçen yıl biraz daha katkı sunmaktadır. Balıkların erken dönem gelişimleri ve büyüme modellerine ilişkin üretim bilgilerinin

optimizasyonu (Koumoundouros et al., 1999; van Maaren & Daniels, 2000), üretimi yapılan mevcut türlerin ve ileride üretimi yapılacak türlerin üretim tekniklerinin daha iyi anlaşılabilmesi için önemlidir (Gilbert & Bolker, 2003; Salzburger & Meyer, 2004; Henning & Meyer, 2014; Kratochwil & Meyer, 2015; Kratochwil vd., 2015).

Kontrollü çiftlik şartlarında üretilerek piyasaya arz edilen popüler türler arasında Cichlidae familyasına ait ciklit türlerinin payı büyüktür. Önemli süs balığı türleri arasında yer alan Ciklitler, 2500-3000 tür ile balık sınıflandırması içinde en çok tür içeren ailelerinden biridir (Fryer & Iles, 1972; Meyer et al., 1991; Sturmbauer & Meyer, 1992; Meyer, 1993; Farias et al., 2000; Snoeks, 2000; Turner et al., 2001). Cichlidae ailesi içinde de Afrikan ciklit türlerinin yeri ayrıdır.

Özellikle ağızda kuluçkalayan Malavi ciklitleri diğer ciklit türlerinden çok daha popülerdir. Malavi türlerinin büyük çoğunluğu da insan eli altında üretilip, akvaryum sektöründe değerlendirilmektedir. Malavi ciklit türlerinin genelinde yumurtlama gerçekleştiikten sonra döllenmiş yumurtalar dişi anaç tarafından ağızda kuluçkaya alınmaktadır. Bu kuluçkalama süresi türe ve su şartlarına bağlı olarak 3-4 hafta kadar sürmektedir. Bu süre zarfında yumurta ve larvaları koruma içgüdüsünde olan anaçlar bütün enerjilerini buraya yönlendirmektedirler. Kuluçkalama süresince dişiler neredeyse hiç beslenmezler. Bu durum aynı dişinin bir sonraki üretim periyodu için hazırlanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Hem bir sonraki üretim zamanı daha ileriye sarkmakta, hem de ağızda kuluçkalama döneminde çok enerji harcayan dişinin bir sonraki periyotta yumurta verimi düşmektedir. Yumurtalarını ağızda kuluçkalayan bu türlerin üretim ve büyütme aşamalarında çok farklı profesyonel teknikler kullanılmaktadır. Özellikle ağızda kuluçkalama sürecinde uygulanan yöntemler arasında farklılık vardır. Bazı üreticiler, yumurtlama gerçekleştiikten birkaç saat sonra dişinin ağızındaki yumurtaları kusturup, yapay kuluçkalama tekniği kullanmaktadır. Bazı üreticiler, yumurtlamadan birkaç gün sonra anacı kusturup, yapay kuluçkalamaya geçmektedir. Bazıları da larvaların besin kesesini tükettikleri 10-15. günlerde arasında anaçları kusturmaktadır. Profesyonel üreticilerle yaptığımız ikili görüşmelerde, kullanılan bu üretim tekniklerinin kendilerince olumlu ya da

olumsuz yönlerinin olduğuna dair bilgiler alındı. Ancak bu tekniklerden hangisinin daha verimli olduğuna dair bilimsel veriye ulaşılamadı.

Bundan dolayı, bu çalışmada bu soruya cevap olabilecek bir takım gözlemler yapılmıştır. Bu amaçla, ticari değeri yüksek ve popüler olan dört Malavi ciklit türünün yumurta açılım süreçleri ve erken larval dönem gelişim süreçleri incelenmiştir. Paslı ciklit (*Iodotropheus sprengerae*), yunus ciklit (*Cyrtocara moorii*), portakal ciklit (*Maylandia estherae*) ve sarı prenses ciklit (*Labidochromis caeruleus*) türlerinden yumurta alabilmek için birer anaç kolonisi oluşturuldu. Bu kolonilerden alınan yumurtalar ve larvalar gözlenerek, üretim aşamasında kullanılan tekniklerin uygulanmasına katkı sağlayabilecek veriler toplanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Akvaryum Balıkları Yetiştirme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Cichlidae familyasına ait paslı ciklit (*Iodotropheus sprengerae*), yunus ciklit (*Cyrtocara moorii*), portakal ciklit (*Maylandia estherae*) ve sarı prenses ciklit (*Labidochromis caeruleus*), türleri kullanılmıştır. Bu dört türün hepsinin su istekleri ve yetiştirme şartları aynı olduğundan türlerin hepsi benzer şartlarda akvaryum, su kalitesi, besleme ve üretim uygulamalarına tabi tutulmuştur. Bütün türlerde ortalama yaşları 2 olan anaç bireyler kullanılmıştır. Yumurta almak amacıyla her bir tür için 100'er litrelik akvaryumlara 1 erkek 8 dişi olacak şekilde koloniler oluşturulmuştur. Her tür

için 1 koloni (1 erkek / 8 dişi anaç) oluşturulmuş ve bu anaçlardan alınan yumurtalar gözlenmiştir. Anaçlar ticari akvaryum balığı yemi ile günde 3 öğün beslenmiştir. Anaç tanklarında su sıcaklığı 29°C ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ) aralığında sabit tutulmuş, pH değerleri 7.6–8.3 aralığında ölçülmüştür. Üretim esnasında su değişimi yapılmamıştır. Havalandırma için sünger filtreler kullanılmıştır. Bütün türlerin anaçları eş zamanlı olacak şekilde üretim tanklarına stoklanmıştır. Yumurtlama olup olmadığı gündüz 08:00 ile 18:00 saatleri arasında periyodik olarak takip edilmiştir. Yumurtlama olduğu tespit edildiği zaman yumurtlamanın bitip bitmediği takip edilmiştir. Yumurtlamanın bittiği anlaşıldığında birkaç saat beklendikten sonra ağzı yumurta ile dolu olan dişi kusturulmuştur. Dişinin ağzından alınan yumurtalar aynı şartlardaki suda yapay kuluçkaya alınmıştır.

Yapay kuluçka 500 ml'lik cam kaplarda su akıntısı ile yumurtaların hareketlendirilmesi yöntemiyle yapılmıştır. Küçük bir su pompası ile yumurtaların olduğu cam kaplara sürekli su pompalanmış, kuluçka süresince özellikle de yumurtaların açılmadığı dönemde sürekli hareketli olmaları sağlanmıştır. Bu şekilde yumurtaların mantarlaşmasının ya da ölmesinin önüne geçilmiştir. Ölen yumurtalar yapay kuluçkadan uzaklaştırılmıştır. Yapay kuluçkalarda her hangi bir dezenfektan kullanılmamıştır. Yapay kuluçkada da su sıcaklığı 29°C ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ) aralığında sabit tutulmuştur. Her türün yumurta ve larvaları ilk günden itibaren fotoğraflanmıştır. Bu şekilde embriyonik ve larval

gelişim aşamalarında ne tür fizyolojik değişimler olduğu gözlenmiştir.

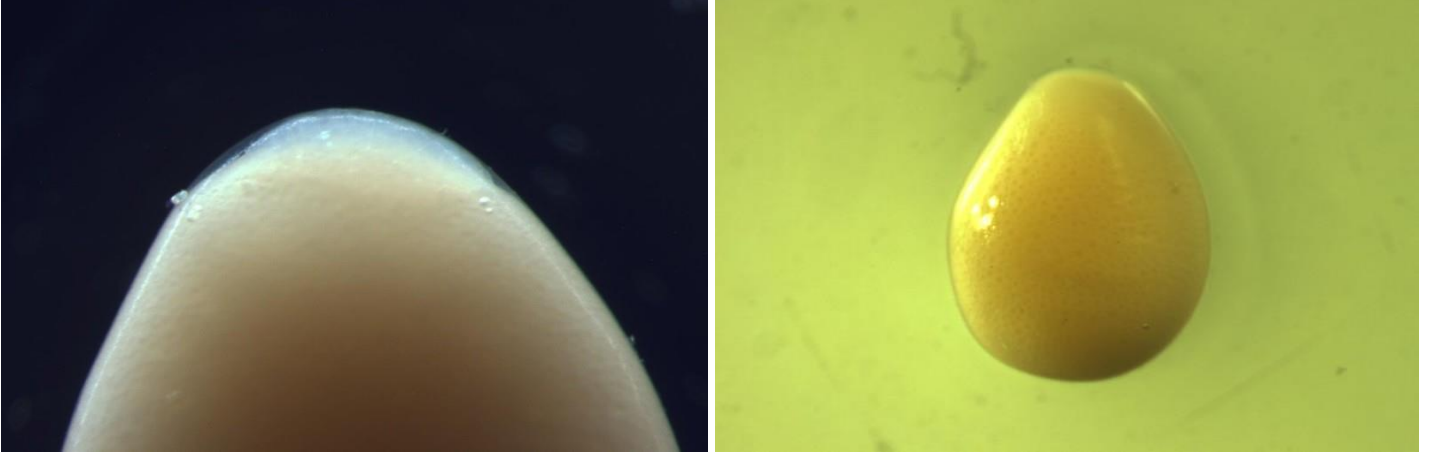
## BULGULAR

### Paslı Cikli ( *Iodotropheus sprengerae* )

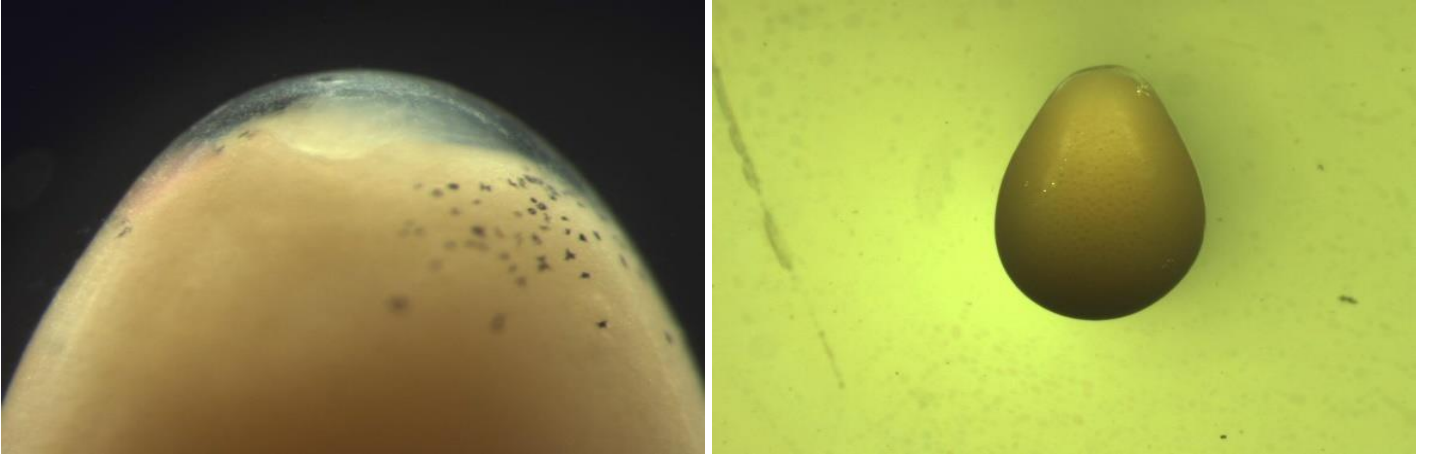
Bu çalışmada, anaç tankları için 24 saatlik kesintisiz gözlem yapılamadığı için, yumurtlama zamanları saat olarak verilememiştir. Bundan dolayı yumurtlamanın gerçekleştiği ilk gün kusturulan yumurtalar 1. gün olarak tanımlanmıştır. İlk gün anaçların ağzından kusturularak yapay kuluçkaya alınan paslı cikli yumurtalarının morfolojik yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Buna göre ilk gün yumurtalarda animal kutupta hafif bir şişkinlik olduğu görülmektedir. Bununla birlikte günün ilerleyen saatlerinde animal kutupta bölünmelerin devam ettiği gözlenmiştir. Paslı cikli yumurtaları da bu çalışmada kullanılan diğer cikli türlerinin yumurtaları gibi çok büyük bir yumurta sarısına sahip olup, rengi sarının çeşitli tonlarında olan, şekil olarak oval yapıda ve tatlı suda batan özelliklerdedir.

Embriyonik safhanın ikinci gününde (Şekil 2) animal kutuptaki bölünmelerin yoğunlaşmış olduğu gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra siyah benekli renk pigmentleri de oluşmaya başlamıştır.

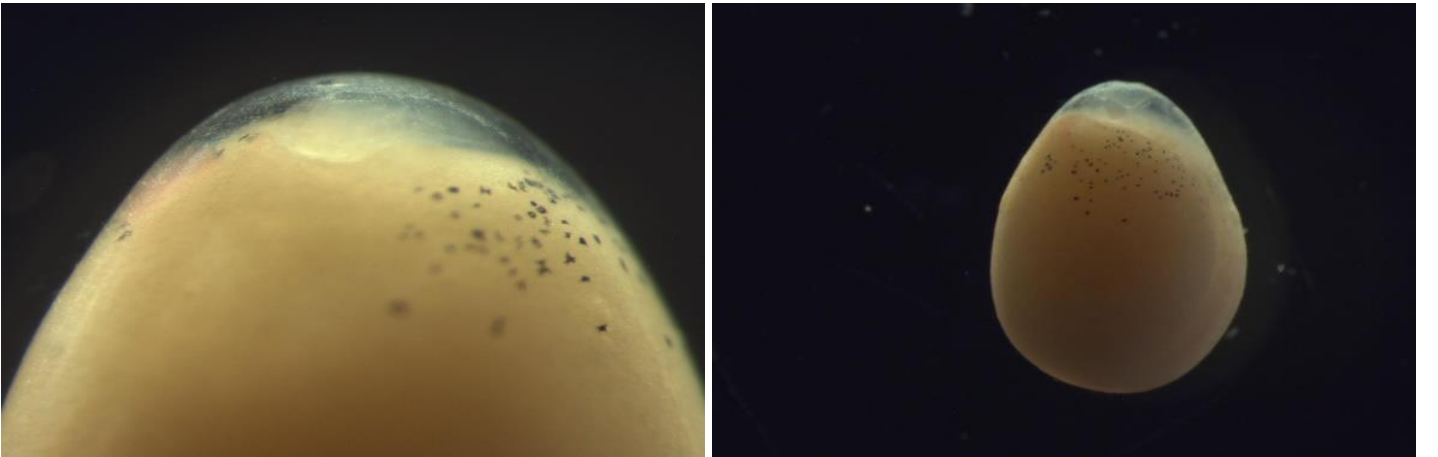
Embriyonik gelişim yumurtlamadan sonraki 3. ve 4. günlerde devam etmiştir (Şekil 3). 5. günde (Şekil 4) ise embriyonik gelişim tamamlanarak yumurtalar açılmış ve larval gelişim safhası başlamıştır.



**Şekil 1.** Yumurtalamanın gerçekleştiği ilk gün. Paslı ciklit (*I. sprengerae*) türüne ait döllenmiş yumurtanın görüntüsü (1. gün).



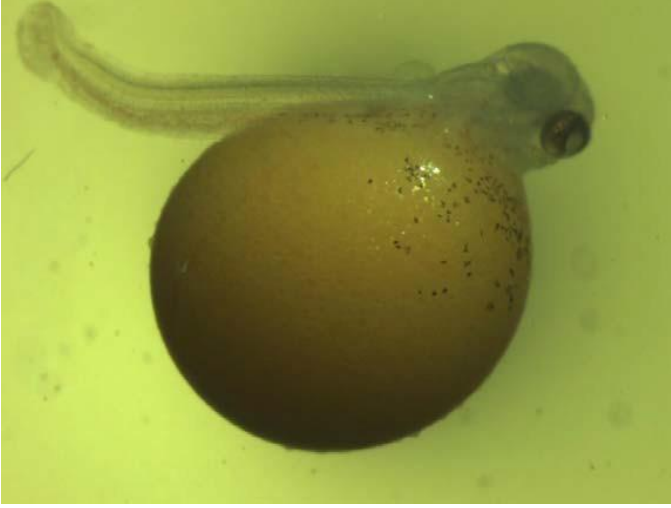
**Şekil 2.** Yumurtalamadan sonraki 2. gün. Paslı ciklit (*I. sprengerae*) yumurtası (2. gün).



**Şekil 3.** Yumurtalamadan sonraki 3. gün. Pğpaslı ciklit (*I. sprengerae*) yumurtası (3. gün).

Yumurtalamadan sonraki 5. günde yumurtadan çıkan (Şekil 4) paslı ciklit larvalarının oldukça büyük bir besin kesesine sahip olduğu görülmektedir. Gelişmemiş baş bölgesi ve notokorda sahip olan larvalar bu dönemde su

zemininde, kısa kuyruk hareketleri yapmaktadırlar. Pektoral yüzgeçleri mevcut olan larvaların henüz yüzme kabiliyetleri gelişmemiştir.



**Şekil 4.** Yumurtlamadan sonraki 5. gün. Paslı ciklit (*I. sprengerae*) larvası (5. gün). Larval aşamanın ilk günü besin keseli larvanın görüntüsü.

Beşinci günden sonraki her geçen gün besin kesesi biraz daha küçülmüş ve yüzme hareketleri de bu doğrultuda artmıştır. Yumurtlama gerçekleşikten sonraki 16-17. günlerde, larval dönemin 12-13. günlerinde besin kesesi tamamen tükenmektedir.

Yumurtlamanın 1. günü dişinin ağzından kusturulan yumurtalar vakit kaybetmeden yapay kuluçkaya alınmıştır. Yumurtaların 1. ve 2.

günlerinde animal kutbunda bölünmelerin devam ettiği görülmektedir (Şekil 5, 6).

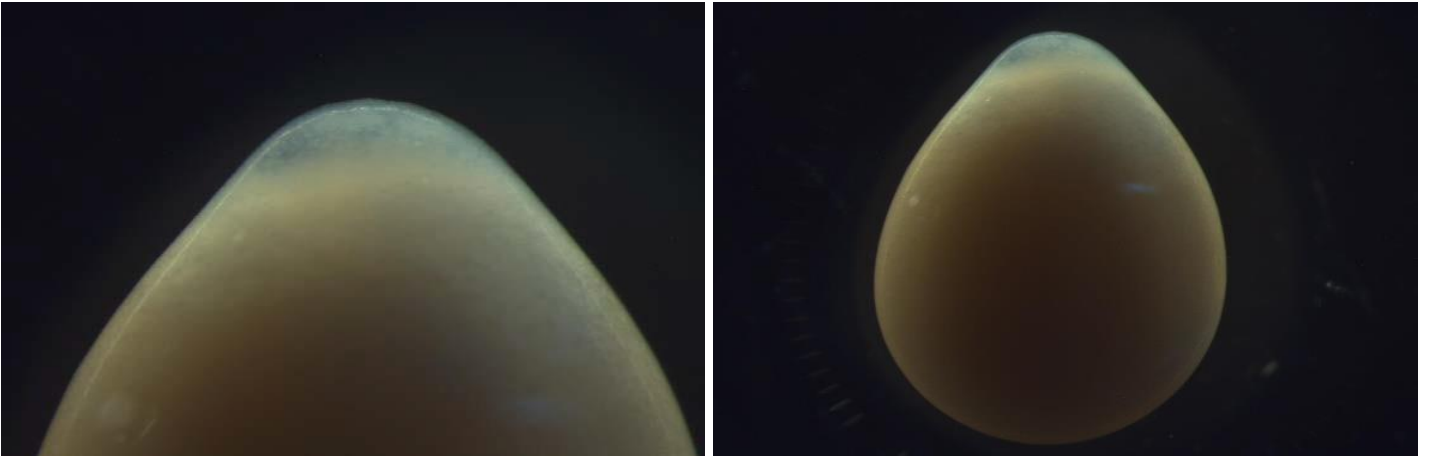
### Yunus Ciklit (*Cyrtocara moorii*)

Yumurtlamanın 1. günü dişinin ağzından kusturulan yumurtalar vakit kaybetmeden yapay kuluçkaya alınmıştır. Yumurtaların 1. ve 2. günlerinde animal kutbunda bölünmelerin devam ettiği görülmektedir (Şekil 5, Şekil 6).

Yumurtlamadan sonraki 3. gün (Şekil 7) embriyonik gelişiminin ileri safhalarda olduğu görülebilmektedir.

Yunus ciklitlerin larvaları yumurtlama gününden sonraki 4. günde yumurtadan çıkmıştır (Şekil 8). Sarımsı renk tonlarına sahip büyük bir yumurta sarısına sahip larvanın ağzı açılmamıştır. Bu dönemde larvalar su zemininde durmakta, kısa kuyruk sallamaları ile kısa zamanlı hareketler yapmaktadırlar.

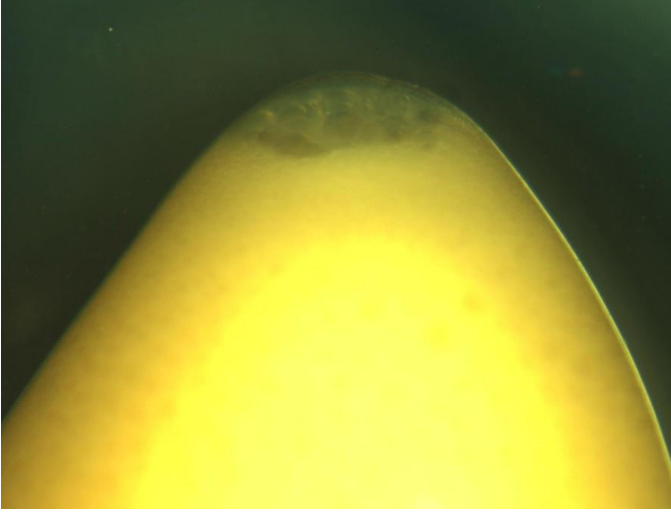
Yunus ciklit larvalarının besin keselerinin tükenmesi yumurtlamadan sonraki 14-16. günlerde, larval gelişimin ise 12 ile 13. günlerinde gerçekleşmektedir.



**Şekil 5.** Yumurtlamanın 1. gününde dişinin ağzından kusturulan yumurtanın animal kutup görüntüsü.

### Portakal Ciklit (*Maylandia estherae*)

Portakal ciklit yumurtası da görünüm olarak diğer Malavi ciklit türlerinin yumurtalarına benzemektedir. Yumurtalar oval ve sarı renktedir. Animal kutup yumurtanın sivri tarafında konumlanmıştır. Portakal ciklit yumurtasının döllenmenin gerçekleştiği ilk günkü görüntüsü şekil 9' da verilmiştir.



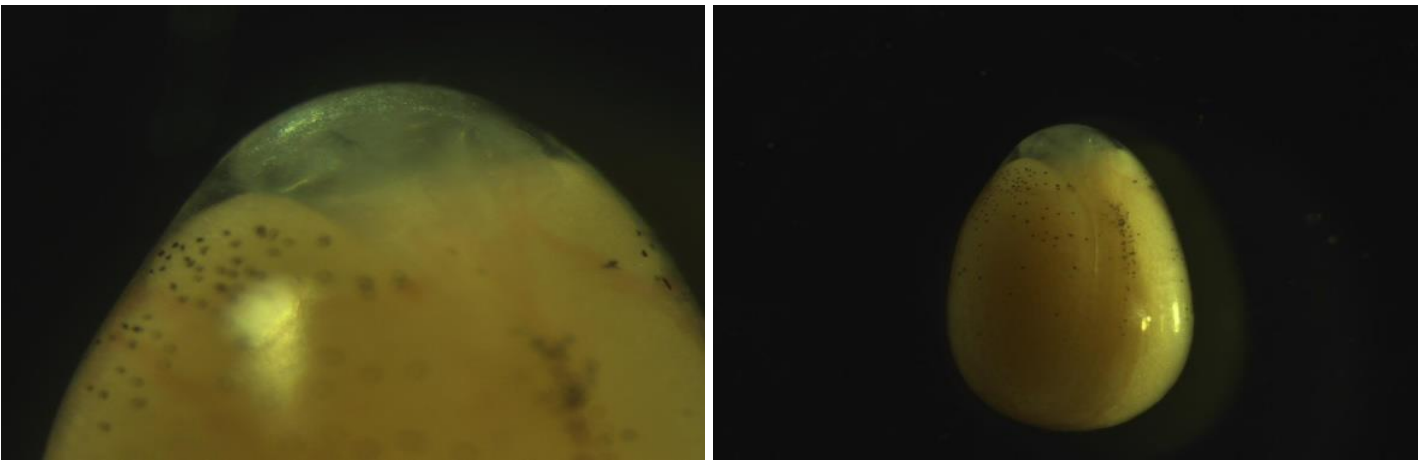
**Şekil 6.** Yumurtlamadan sonraki 2. gün. Yunus ciklit döllenmiş yumurtası.

Animal kutuptaki embriyonik gelişim safhası görülebilmektedir (Şekil 10). Bu safhada renk

pigmentasyonu yoğun olmamakla birlikte devam etmektedir.

3. günde yumurtanın animal kutbunda embriyonik gelişim safhasının sonlarına doğru yaklaşıldığı görülebilmektedir (Şekil 11). Bugünlerde renk pigmentlerinin de sıklaştığı dikkat çekmektedir.

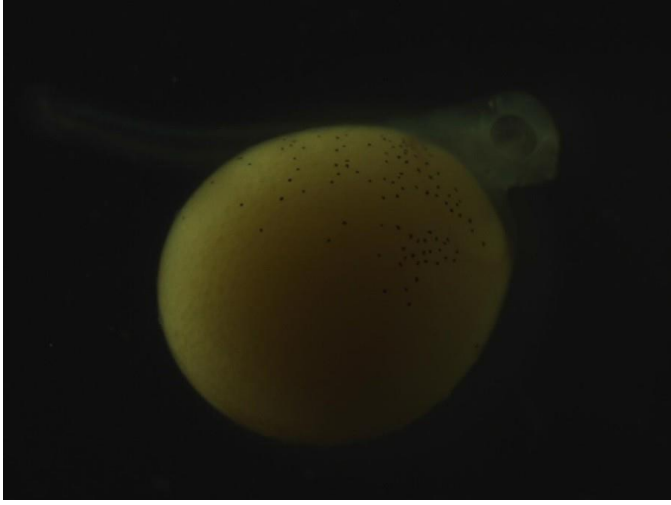
Portakal ciklit (*M. estherae*) larvaları yumurtalama olayından sonraki 4. günde yumurtadan çıkmaktadır (Şekil 12). İlk gün oldukça büyük bir besin kesesine sahip olan larvanın notokord ve baş bölgesi henüz gelişmemiştir. Besin keseli larvanın vitellüsü tamamı yumurta sıvısıyla doludur. Diğer türlerde olduğu gibi portakal ciklit larvaları da ilk gün su zeminin de ve kısa kuyruk hareketleri yapabilmektedir. Besin kesesinin gün geçtikçe azalmasıyla birlikte larvaların yüzme hareketleri de hızlanmaktadır. Besin kesesinin tüketilmesi yumurtlamadan sonraki 15-16. günlerde, yumurta açıldıktan sonraki 12-13. günlerde gerçekleşmektedir.



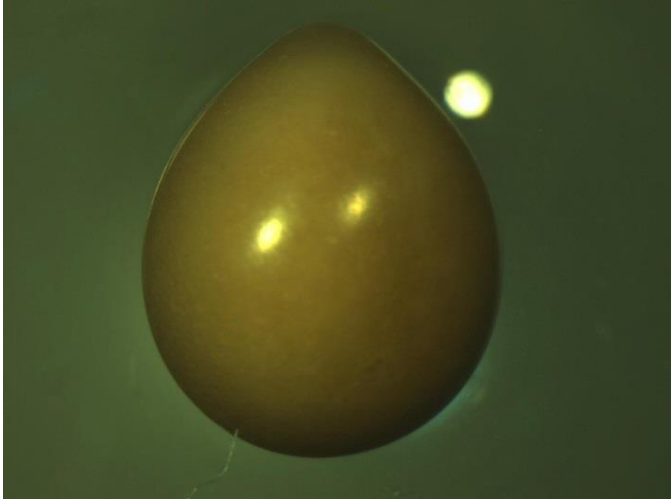
**Şekil 7.** Yumurtlamadan sonraki 3. gün. Yunus ciklit döllenmiş yumurtası.

## Sarı Prenses Ciklit (*Labidochromis caeruleus*)

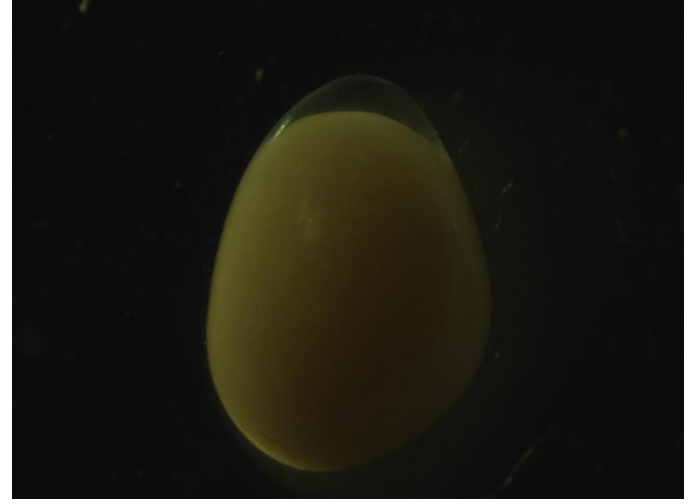
Sarı prenses yumurtalarının döllandikleri gün diğer türlerinkine benzer ancak biraz daha iler safhada bir embriyonik gelişim seyri gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 13). Anaçtan kusturulan yumurtaların 1. ve 2. günlerinde animal kutbunda embriyonik gelişimin devam ettiği görülebilmektedir (Şekil 13, Şekil 14).



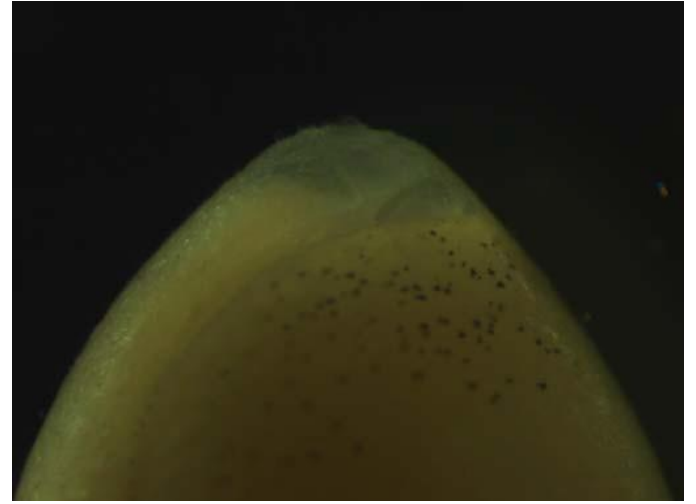
**Şekil 8.** Yunus ciklit (*C. moorii*)'in 4. günü



**Şekil 9.** Yumurtlamanın ilk günü (1. gün). Portakal ciklit (*M. estherae*) yumurtasının görünümü.



**Şekil 10.** Yumurtlamadan sonraki 2. Gün. Portakal ciklit (*M. estherae*) döllenmiş yumurtası.



**Şekil 11.** Portakal ciklit (*M. estherae*) yumurtasının 3. gün görüntüsü.

Sarı prenses yumurtaları da oval, sarı renkli ve dibe batmış yapıdadır. Yumurtalar serbest bırakıldığında kuluçka kabının dibinde durmaktadır.

Yumurtalamadan sonraki 3. günde larvalar yumurtadan çıkmaktadır (Şekil 15). Larvalar zeminde ve kısa kuyruk hareketleri yapabilmektedirler. Büyük besin kesesine sahip larvaların hareketleri besin kesesinin tükenmesi ile birlikte artış göstermiştir. Besin kesesinin tamamen tüketilmesi yumurtlamadan sonra 13-



14. günlerde, larvanın yumurtadan çıktığı günden sonra ise 11-12. günlerde gerçekleşmektedir.



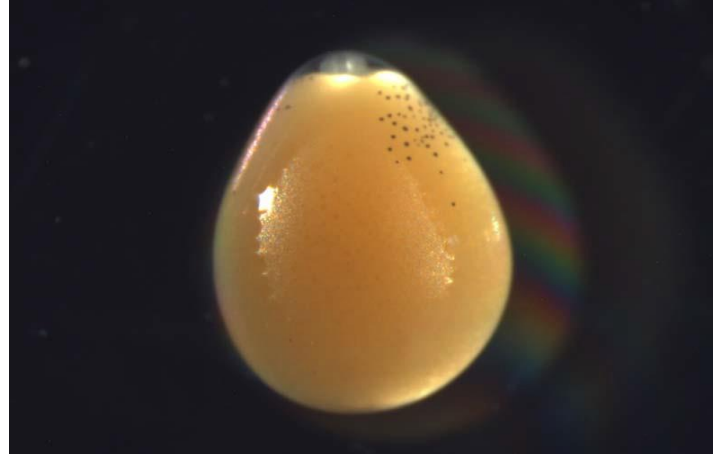
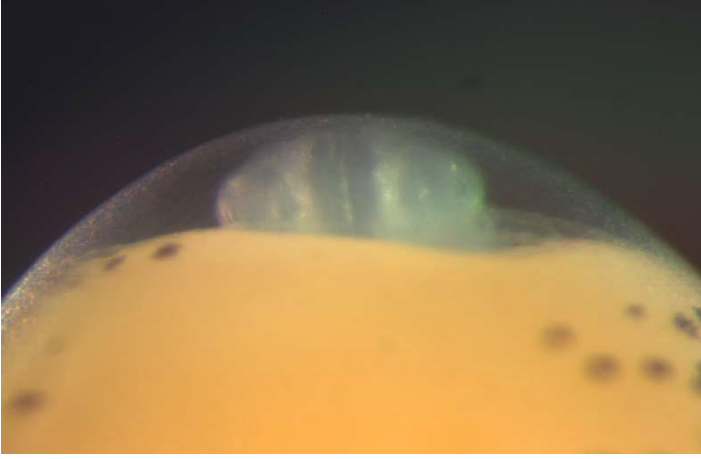
**Şekil 12.** Portakal ciklit larvalarının yumurtadan çıktığı ilk gün yumurtalamadan sonraki 4. gün görüntüsü.

## TARTIŞMA

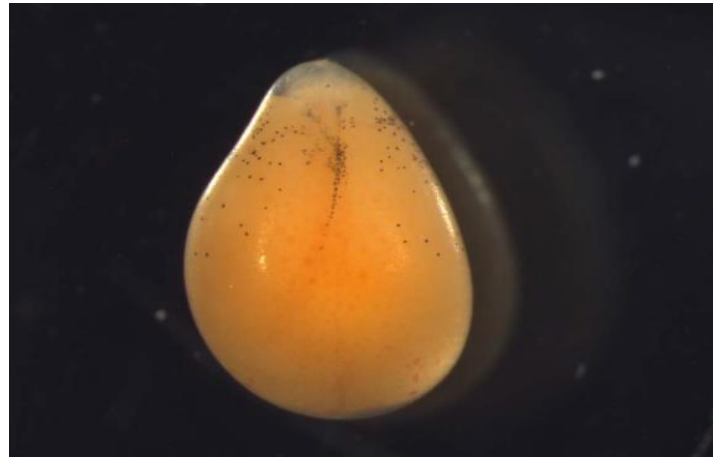
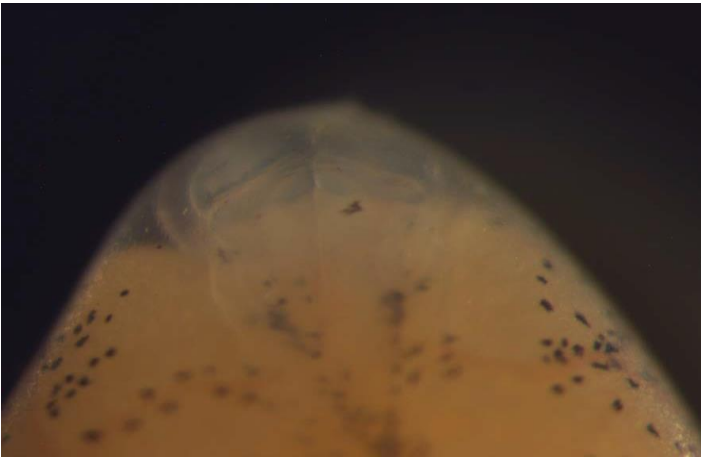
Çalışmada paslı ciklit (*I. sprengerae*), yunus ciklit (*C. moorii*), portakal ciklit (*M. estherae*) ve sarı prenses ciklit (*L. caeruleus*) türlerinin yapay kuluçkaya geçiş sürelerinin belirlenmesi amacıyla bu türlerden elde edilen yumurta ve larvalarının erken dönem gelişim safhaları incelenmiştir. Ağızda kuluçkalayan bu türlerin embriyonik ve larval gelişim safhalarının tam olarak gözlenebilmesi için ilk günden itibaren yumurtaların kusturulup, yapay kuluçkaya alınması gerekmektedir. Bundan dolayı üremeleri için 100'er litrelik tanklara stoklanan anaçların üreme davranışları gözlenmiş ve yumurtlama olayını gerçekleştirdiği gün yumurtalar yapay kuluçkalara alınarak

gözlemler yapılmıştır. Yukarıdaki şekillerde de gösterildiği gibi bu türlerin embriyonik ve larval gelişim safhalarının bizim için önemli olan kısımları ve zamanlamaları kaydedilmiştir.

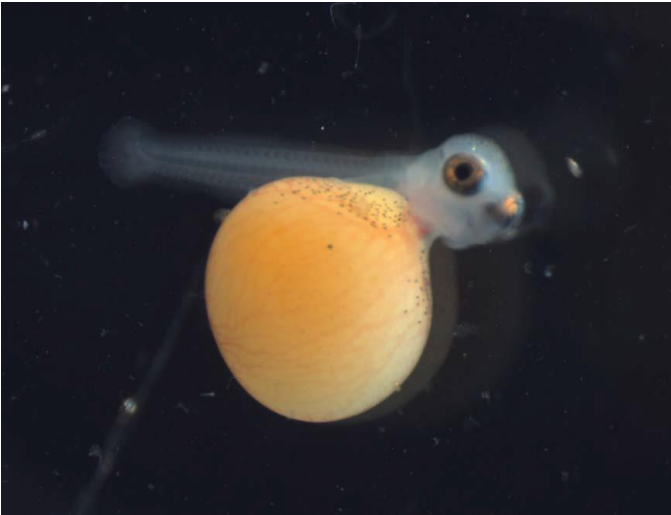
Profesyonel ciklit üreticileri ile yapılan ikili sözlü görüşmelerde edinilen bilgilere göre, her bir üretici kusturma işini farklı zamanlarda farklı kuluçka teknikleri ile yapabilmektedir. Örneğin; üreticilerin bazıları yumurta ve larvaların yaşama oranının düşeceğini düşündüklerinden, anaçların ağızındaki yumurtaları yumurtlamadan sonraki ilk 10 gün hiç ellememektedir. Bazıları da bunu yumurtaların bakımı için ekstra işçilik olur diye yapmaktadır. Bazı üreticiler ise yumurtlama olayı gerçekleştikten birkaç gün sonra yumurtaları kusturup yapay kuluçkalara almaktadır. Bazı üreticiler larval serbest yüzmeye başlayınca kusturma yaparlarken, bazı üreticiler ise kusturma işini rast gele zamanlarda yapmaktadır. Yumurtaların erken ya da geç kusturulmasının larval yaşama yüzdelerini ne şekilde etkileyebileceğini görebilmek için, embriyonik ve larval dönem gelişim evrelerini iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada öncelikli olarak bu işlem gerçekleştirilmiştir. Yani yumurtaları alınan dört türün yumurta açılım süreleri, besin kesesi tüketme süreleri gibi önemli morfolojik olayların gerçekleşme zamanları tespit edilmiştir. Buradan yola çıkılarak yapay kuluçkaya geçiş zamanlaması hakkında daha bilimsel öneriler yapılabileceği düşünülmüştür.



**Şekil 13.** Sarı prenses (*L. caeruleus*) yumurtalarının yumurtlamanın ilk günkü görüntüsü (1. gün).



**Şekil 14.** Yumurtalamadan sonraki 2. gün. Sarı prenses (*L. caeruleus*) yumurtasının görünümü.



**Şekil 15.** Yumurtalamadan sonraki 3. gün. Sarı prenses (*L. caeruleus*) larvası. Larval gelişimi safhasının ilk günü, besin keseli larva.

Kullanılan türlerin hepsi ağızda kuluçkalayan Malavi türleri olmasına rağmen yumurta açılım

ve besin keselerini tüketme sürelerinin birbirlerinde farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan türlerinin yumurtaları yumurtalamadan sonra 3-5. günlerde açılmıştır. Sarı prenses yumurtası yumurtalamadan sonraki 3. günde açılırken, portakal ciklit ve yunus ciklitin yumurtaları 4. günde, paslı ciklitin yumurtaları ise 5. günde açılmıştır. Diğer yandan sarı prenses (*L. caeruleus*) gibi ağızda kuluçkalayan ciklit türlerinin besin keselerini tüketme sürelerinin, zemine yumurtlayan ciklitlerinkinden daha uzun olduğu bilinmektedir (Meyer, 1986, 1987, 1988; Meijide & Guerrero, 2000; Kratochwil *et al.*, 2015). Larvaların besin keselerini daha kısa

zamanda tüketmeleri yetiştiricilik açısından avantajlı sayılabilir. Bu dönemdeki ölümlerin daha az olması bu olayla ilişkilendirilebilir. Bu çalışmada kullanılan türlerden sarı prenses larvaları yumurtlamadan sonraki 13-14. günlerde besin kesesini tüketmektedir. Bu olay larvanın yumurtadan çıktıktan sonraki 11-12. günlere denk gelmektedir. Yani yumurtadan yeni çıkan larva sonraki 11-12 gün boyunca besin kesesi taşımaktadır. Sarı prenses larvasının besin kesesini 13. günlerde tükettiğine dair destekleyici çalışmalarda mevcuttur (Saemi-Komsari et al., 2018). Bu durum diğer Malavi türlerinde de benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada kullanılan yunus ciklit ve portakal ciklit türlerinin larvaları da yumurtlamadan sonra 14-16. günlerde, larvalar yumurtadan çıktıktan sonra 12-13. günlerde besin keselerini tüketmektedirler. Paslı ciklit ise yumurtlama gerçekleştikten sonraki 16-17. günlerde larva yumurtadan çıktıktan sonraki 12-13. günlerde besin keselerini tüketmektedirler.

Bu verilere göre yumurtaların kusturulması ve yapay kuluçkaya alınma zamanlamasına dair şu önerilerde bulunulabilir.

Bu çalışmada kullanılan tüm gruplarda, yumurtlama gerçekleştiği gün veya bir sonraki gün yumurtalar kusturularak yapay kuluçkaya alınabilir. Profesyonel bir yapay kuluçka düzeneğinde bu tür yumurtaların yaşama oranları yüksek olduğundan bu yöntemin profesyonel üretimler için verimli olma olasılığı çok yüksektir.

Yumurtaların ağızda açılması beklenip kusturma işlemi larvaların yumurtadan çıktıkları

gün ve ya bir gün sonra yapılabilir. Buna göre sarı prenses türünün yumurtlamadan sonra 3 ve ya 4. gün, portakal ve yunus ciklitlerin 4. ve ya 5. günlerde, paslı ciklitlerin ise yumurtlamadan sonraki 5. ve ya 6. günlerde kusturulması gerekir.

Bu iki önerinin dışında yapılan kusturma zamanlamaları da larva yaşama yüzdeleri açısından başarılı sayılabilir. Ancak profesyonel üretimlerde anaçların bir sonraki yumurtlamaya kondisyon kazanarak daha verimli bir şekilde hazırlanabilmesi önemlidir. Bu türlerde ağızda kuluçkalama 3-4 hafta kadar devam edebilmektedir. Müdahale edilmediği sürece bu süreç daha da uzayabilir. Bu da profesyonel üretim açısından dezavantajlı bir durumdur. Onun için kusturma süresi ne kadar kısa olursa üretime alınan dişi anaçların verimi o ölçüde artacaktır.

Bu çalışmada elde edilen verilere göre sarı prenses (*L. caeruleus*), yunus (*C. moorii*), portakal ciklit (*M. estherae*) ve paslı ciklit (*Iodotropheus sprengerae*) türlerinin yumurtalarının yapay kuluçkaya alınması için en uygun zamanın yumurtlamanın olduğu gün ya da larvaların yumurtadan çıktığı gün olduğu düşünülmektedir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

PÇ çalışmayı tasarladı ve makaleyi yazmıştır, BRY laboratuvar çalışmaları ve fotoğraf çekimleri aşamalarında görev almıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

## Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- Evers, H.-G., Pinnegar, J. K., & Taylor, M. I. (2019). Where are they all from? – Sources and sustainability in the ornamental freshwater fish trade. *Journal of Fish Biology*, 94(6), 909–916. <https://doi.org/10.1111/jfb.13930>
- Farias, I. P., Orfí, G., & Meyer, A. (2000). Total evidence: molecules, morphology and the phylogenetics of cichlids fishes. *Journal of Experimental Zoology*, 288(1), 76–92. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-010X\(20000415\)288:1%3C76::AID-JE78%3E3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-010X(20000415)288:1%3C76::AID-JE78%3E3.0.CO;2-P)
- Fryer, G., & Iles, T. D. (1972). *The cichlid fishes of the Great Lakes of Africa: Their biology and evolution*. Edinburgh: Oliver & Boyd.
- Gilbert, S. F., & Bolker, J. A. (2003). Ecological developmental biology: preface to the symposium. *Evolution & Development*, 5, 3–8. <https://doi.org/10.1046/j.1525-142X.2003.03002.x>
- Henning, F., & Meyer, A. (2014). The evolutionary genomics of cichlid fishes: explosive speciation and adaptation in the postgenomic era. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 15, 1–516. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-090413-025412>
- Kornfield, I., & Smith, P. F. (2000). African cichlid fishes: model systems for evolutionary biology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 163–196. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.163>
- Koumoundouros, G., Divanach, P., & Kentouri, M. (1999). Ontogeny and allometric plasticity of *Dentex dentex* (Osteichthyes: sparidae) in rearing conditions. *Marine Biology*, 135, 561–572. <https://doi.org/10.1007/s002270050657>
- Kratochwil, C. F., & Meyer, A. (2015). Closing the genotype – phenotype gap: emerging Technologies for evolutionary genetics in ecological model vertebrate systems. *Bioessays*, 37, 213–226. <https://doi.org/10.1002/bies.201400142>
- Kratochwil, C. F., Sefton, M. M., & Meyer, A. (2015). Embryonic and larval development in the Midas cichlid fish species flock (*Amphilophus* spp.): A new evo-devo model for the investigation of adaptive novelties and species differences. *BMC Developmental Biology*, 15, 12. <https://doi.org/10.1186/s12861-015-0061-1>
- Meijide, F. J., & Guerrero, G. A. (2000). Embryonic and larval development of a substratebrooding cichlid *Cichlasoma dimerus* (Heckel 1840) under laboratory conditions. *Journal of Zoology*, 252, 481–493. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2000.tb01231.x>
- Meyer, A. (1986). Changes in behavior with increasing experience with a novel prey in fry of the Central American cichlid, *Cichlasoma managuense* (Teleostei: Cichlidae). *Behaviour*, 98, 145–167.
- Meyer, A. (1987). Phenotypic plasticity and heterochrony in *Cichlasoma managuense* (Pisces, Cichlidae) and their implications for speciation in cichlid fishes. *Evolution*, 41, 1357–1369.
- Meyer, A. (1988). *Plasticity in morphology and performance in the trophically polymorphic cichlid fish Cichlasoma citrinellum*. [PhD Thesis, University of California, Berkeley, CA].
- Meyer, A. (1993). Phylogenetic relationships and evolutionary processes in east-African cichlid fishes. *Trends in Ecology and Evolution*, 8, 279–284. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90255-N](https://doi.org/10.1016/0169-5347(93)90255-N)
- Meyer, A., Kocher, T. D., & Wilson, A. C. (1991). African fishes – a replay. *Nature*, 351, 467–468.
- Saemi-Komsari, M., Mousavi-Sabet, H., Kratochwil, C. F., Sattari, M., Eagderi, S., & Meyer, A. (2018). Early developmental and allometric patterns in the electric yellow cichlid *Labidochromis caeruleus*. *Journal of Fish Biology*, 92(6), 1888–1901. <https://doi.org/10.1111/jfb.13627>

- Salzburger, W., & Meyer, A. (2004). The species flocks of East African cichlid fishes: recent advances in molecular phylogenetics and population genetics. *Naturwissenschaften*, 91, 277–290. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0528-6>
- Snoeks, J. (2000). How well known is the ichthyodiversity of the large East African lakes? *Advances in Ecological Research*, 31, 17–38. [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(00\)31005-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(00)31005-4)
- Sturmbauer, C., & Meyer, A. (1992). Genetic divergence, speciation and morphological stasis in a lineage of African cichlid fishes. *Nature*, 359, 578–581.
- Turner, G. F., Seehausen, O., Knight, M. E., Allender, C. J., & Robinson, R. L. (2001). How many cichlid fishes are there in African Lakes? *Molecular Ecology*, 10, 793–806. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2001.01200.x>
- van Maaren, C. C., & Daniels, H. V. (2000). A practical guide to the morphological development of southern flounder, *Paralichthys lethostigma*, from hatch through metamorphosis. *Journal of Applied Aquaculture*, 10, 1–9. [https://doi.org/10.1300/J028v10n02\\_01](https://doi.org/10.1300/J028v10n02_01)



## Meat Yield and Length-Weight Relationship of Freshwater Crayfish (*Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) Population in Nine Different Inland Water Resources in Turkey

Selçuk Berber<sup>1</sup> • Süleyman Akhan<sup>2</sup> • Yusuf Bektaş<sup>3</sup> • Gökhan Kalaycı<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Marine Sciences and Limnology, Çanakkale, Turkey, selcukberber@comu.edu.tr

<sup>2</sup> Akdeniz University, Faculty of Fisheries, Antalya, Turkey, akhan@akdeniz.edu.tr

<sup>3</sup> Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Fisheries, Rize, Turkey, yusuf.bektas@erdogan.edu.tr; gokhan.kalayci@erdogan.edu.tr

✉ Corresponding Author: selcukberber@comu.edu.tr

### Please cite this paper as follows:

Berber, S., Akhan, S., Bektaş, Y., Kalaycı, G. (2020). Meat Yield and Length-Weight Relationship of Freshwater Crayfish (*Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) Population in Nine Different Inland Water Resources in Turkey. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 82-95.

## ARTICLE INFO



Received: 23.09.2020

Accepted: 20.10.2020

### Keywords

Meat yield

Growth

Length-weight relationship

## ABSTRACT

In this research, length-weight relationships and meat yields of freshwater crayfish (*Pontastacus leptodactylus*) were investigated in Apolyont Lake, İznik Lake, Manyas Lake, Terkos Lake, Küçükçekmece Lake, Sera Lake, Çıldır Lake, Ulugöl Lake and Eğirdir Lake between July and September 2010. For this purpose, 698 individuals were sampled from nine different inland water resources in Turkey. a total of 62 individuals (34♀-28♂) from Apolyont Lake, 103 individuals (45♀-58♂) from İznik Lake, 129 individuals (85♀- 44♂) from Manyas Lake, 156 individuals (89♀-67♂) from Terkos Lake and 63 individuals (41♀-22♂) from Küçükçekmece Lake, 44 individuals (24♀-20♂) from Sera Lake, 34 individuals (13♀-21♂) from Çıldır Lake, 59 individuals (16♀-43♂) from Ulugöl Lake, and 48 individuals (25♀-23♂) from Eğirdir Lake were sampled during the field studies. For female individuals, the highest mean values for both carapace length and total weight were found in Manyas Lake as 52.34 mm, 34.16 g, respectively. For male individuals, the highest values for carapace length was found in Çıldır Lake as 61.34 mm, and the highest values for total weight was found in Apolyont Lake as 43.25 g. The results of the regression analyses indicated that allometric growth was found for both male and female individuals caught from Çıldır Lake, Sera Lake, Ulugöl Lake, and Eğirdir Lake. In addition, negative allometric growth was found for both male and female individuals caught from Manyas Lake, Terkos Lake and Küçükçekmece Lake, while positive allometric growth was found for male individuals caught from Apolyont Lake and İznik Lake and with regard to the carapace length-total weight relationship. For female specimens, the highest value for total meat yield was found in İznik Lake (19.76%) and the highest value for abdominal meat yield was found in Apolyont Lake (16.08%). Moreover, the highest values for both total meat yield and abdomen meat yield of male specimens were found in Sera Lake as 20.43% and 14.28%, respectively.

# Türkiye’de 9 Farklı İçsu Kaynağında Bulunan Tatlısu İstakozu (*Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) Popülasyonlarının Boy-Ağırlık İlişkileri ve Et Verimi

## ÖZET

Bu araştırmada, Temmuz-Eylül 2010 tarihleri arasında, Apolyont, İznik, Manyas, Terkos, Küçükçekmece, Çıldır, Sera, Ulugöl ve Eğirdir göllerinde bulunan tatlısu istakozunun boy-ağırlık ilişkileri ve et verimi incelenmiştir. Bu amaçla gerçekleştirilen örnekleme çalışmalarında Apolyont Gölü’nden 62 (34♀♀-28♂♂), İznik Gölü’nden 103 (45♀♀-58♂♂), Manyas Gölü’nden 129 (85♀♀-44♂♂), Terkos Gölü’nden 156 (89♀♀-67♂♂), Küçükçekmece Gölü’nden 63 birey (41♀♀-22♂♂), Sera Gölü’nden 44 (24♀♀-20♂♂), Çıldır Gölü’nden 34 (13♀♀-21♂♂), Ulugöl’den 59 (16♀♀-43♂♂), Eğirdir Gölü’nden 48 (25♀♀-23♂♂) olmak üzere toplam 698 tatlısu istakozu bireyi Türkiye’nin dokuz farklı içsu kaynağından örneklenmiştir. Dişi bireylerde, karapaks boyları ile toplam ağırlık ortalamaları yönünden en yüksek değerler sırasıyla 52,34 mm ve 34,16 g olarak Manyas Gölü’nden yakalanan bireylerden ölçülmüştür. Erkek bireylerdeki en yüksek değerler ise; karapaks boyunda (61,34 mm) Çıldır Gölü’nden yakalanan bireylerde, toplam ağırlık yönünden (43,25 g) Apolyont Gölü’nden yakalanan bireylerde olduğu belirlenmiştir. Regresyon analizleri sonucunda elde edilen değerlere göre, karapaks boyu-toplam ağırlık ilişkisi yönünden Çıldır, Sera, Ulugöl ve Eğirdir gölleri için allometrik büyüme hesaplanmıştır. Bununla birlikte, Manyas Gölü, Terkos Gölü ve Küçükçekmece Gölü’nün erkek ve dişi bireyleri için negatif allometrik büyüme tespit edilirken Apolyont ve İznik Gölü’nün erkek bireyleri için pozitif allometrik büyüme saptanmıştır. Dişi bireylerde toplam et verimi bakımından en yüksek değer İznik Gölü’nde (%19,76), abdomen et verimi yönünden Apolyont Gölü’nde (%16,08) hesaplanmıştır. Bununla birlikte, erkek bireylerde ise hem toplam et verimi (%20,43) hem de abdomen et verimi (%14,28) yönünden en yüksek değerler Sera Gölü’nde hesaplanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Et verimi, Büyüme, Boy-ağırlık ilişkisi.

## GİRİŞ

Tatlısu istakozları; ekonomik önemlerinin yanı sıra, bezin zincirindeki yerleri, içsu ekosistemlerinin işleyişindeki önemli rolleri nedeniyle sulak alanların önemli bir bileşeni olarak bilinmektedirler (Holdich, 2002; Sint vd., 2007; Zimmerman, 2012). Günümüze kadar tespit edilmiş 5 familyaya ait, 38 cins ve 669 tür (692 alttür) bulunmaktadır (Crandall ve De Grave, 2017). Tür sayısındaki fazlalığa rağmen ekonomik anlamda önemli yaklaşık 20 tür avcılık veya yetiştiricilik amacıyla kullanılabilir.

Dünyada 2017 yılı itibarıyla 7.719 tonu avcılık (Çin hariç), 1.193.750 tonu yetiştiricilik olmak üzere toplam 1.201.469 ton tatlısu istakozu üretimi yapılmıştır (FAO, 2018). Ülkemizde 1980-1990 yılları arasında 8.000 tonu bulan üretim miktarları olmasına rağmen, hastalık, kaçak avcılık ve su kaynaklarının kirliliği nedeniyle günümüze kadar azalan bir eğilim göstermiş ve 2017 yılında 669 ton tatlısu istakozu üretimi gerçekleşmiştir (FAO, 2018). Geçmiş yıllarda yaklaşık 10 su kaynağından avlanılan tatlısu istakozu üretim miktarı günümüzde 130’un

üzerinde su kaynağından bildirilmesine rağmen oldukça azalmış bulunmaktadır. Bu nedenle tatlısu istakozu popülasyonlarının hem stok yönetimi hem de korunmasına yönelik çalışmaların artarak devam etmesi gerekliliği bulunmaktadır. Morfometrik özelliklerin tatlısu istakozlarının, avcılık, stok değerlendirme, verimli yönetim stratejilerinin belirlenmesinde kullanılabilirdiği bilinmektedir. Bu çalışmada, morfometrik özellikleri popülasyonlar arası kısa vadeli etki analizlerinde kullanılabilir olmasından dolayı farklı bölgelerden temin edilen (Apolyont, İznik, Manyas, Terkos, Küçükçekmece, Çıldır, Sera, Ulugöl ve Eğirdir Gölleri) tatlısu istakozu (*Pontastacus leptodactylus*) bireylerinin boy-ağırlık ilişkileri ile et verimlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada kullanılan tatlısu istakozları Astacidae familyasına ait olan *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) türü olup Temmuz-Eylül 2010 yaz periyodunda ülkemizin doğal gölleri olan Apolyont, İznik, Manyas, Terkos, Küçükçekmece, Çıldır, Sera, Ulugöl ve Eğirdir Göllerinden pinter kullanılarak temin edilmiştir.

İncelenen tatlısu istakozlarının boy ölçümleri; toplam boy (TB), karapaks boyu (CB), karapaks genişliği (CG), abdomen boyu (AB), abdomen genişliği (AG), sağ makas boyu (SĞMB), sol makas boyu (SLMB), sağ makas genişliği (SĞKG), sol makas genişliği (SLMG) 0,1 mm hassasiyetli kumpasla yapılmıştır (Rhodes ve Holdich 1984).

Vücut ağırlıklarının belirlenmesinde ise 0,01 g duyarlı elektronik terazi kullanılmış ve toplam ağırlık (TA), karapaks ağırlığı (KA), abdomen ağırlığı (AA), sağ kelipet ağırlığı (SĞKA), sol kelipet ağırlığı (SLKA), abdomen ve kelipet et ağırlıklarının ölçümleri yapılmıştır.

tatlısu istakozlarında da ağırlık ile boy arasında  $W = a L^b$  şeklinde hesaplanan bir ilişki vardır. Bu denklemde her iki tarafın logaritmasının alınması sonucunda ağırlık ile boy ilişkisi doğrusal hale getirilmiş olur (Ricker, 1973). Ağırlık-boy ilişkisi, karapaks boyu (CB)-toplam ağırlık (TA), toplam boy (TB)-toplam ağırlık (TA) ve karapaks boyu (CB)-toplam boy (TB) yönünden incelenmiştir. Boy ve eşey grupları ile aylara göre regresyon denklemleri, eğrileri ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

## BULGULAR

### Boy-Ağırlık İlişkileri

Tüm popülasyonlarda hem erkek hem de dişi tatlısu istakozlarında karapaks boyu ile ağırlık artışı arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Regresyon analizleri sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları ve boy ağırlık ilişkisi denklemlerinde yer alan a ve b değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1'de yer alan b değerlerine göre İznik Gölü ve Ulugöl dişi bireylerinde izometrik, Apolyont, İznik, Ulugöl gölleri erkek ve Eğirdir Gölü dişi tatlısu istakozlarında pozitif allometrik büyüme, diğer lokalitelerdeki erkek ve dişi bireylerde de negatif allometrik büyüme tespit edilmiştir.



**Tablo 1.** Korelasyon katsayıları ve boy ağırlık ilişkisi

Su Kaynağı	Eşey	Log y= Log a + b x Log X	CB/TB±Sh	a±Sh	b±Sh	r±Sh
Apolyont Lake	♀♀	Log TA=-3.4872+2.8599 Log CB	0.48±0.001	0.000326±0.1334	2.8599±0.0782	0.988±0.038*
	♂♂	Log TA=-4.0448+3.19011 Log CB	0.51±0.002	0.00009±0.2106	3.1901±0.1207	0.982±0.067*
	♀♀♂♂	Log TA=-3.8213+3.0586 Log CB	0.5±0.002	0.000151±0.1252	3.0586±0.0727	0.983±0.054*
İznik Lake	♀♀	Log TA= -3.7732 + 3.0698 Log CB	0.49±0.002	0.000169±0.236	3.0698±0.1403	0.958±0.04*
	♂♂	Log TA= -3.8249 + 3.1168 Log CB	0.51±0.001	0.00015±0.1473	3.1168±0.087	0.979±0.05
	♀♀♂♂	Log TA= -3.8664 + 3.1343 Log CB	0.5±0.001	0.000136±0.123	3.1343±0.073	0.974±0.048*
Manyas Lake	♀♀	Log TA= -3.2634 + 2.7776 Log CB	0.48±0.00096	0.00055±0.1545	2.7776±0.09*	0.959±0.0517*
	♂♂	Log TA= -3.1162 + 2.6883 Log CB	0.5±0.002	0.000765±0.2294	2.6883±0.1319*	0.953±0.055*
	♀♀♂♂	Log TA= -3.1963 + 2.7371 Log CB	0.49±0.0012	0.000636±0.1258	2.7371±0.073	0.958±0.053*
Terkos Lake	♀♀	Log TA= -3.2504 + 2.7582 Log CB	0.48±0.001	0.000562±0.1419	2.7582±0.0857*	0.96±0.05*
	♂♂	Log TA= -3.1262 + 2.6927 Log CB	0.51±0.001	0.000748±0.1867	2.6927±0.112*	0.948±0.064*
	♀♀♂♂	Log TA= -3.2051 + 2.7348 Log CB	0.49±0.001	0.000624±0.1148	2.7348±0.0691*	0.954±0.057*
Küçükçekmece Lake	♀♀	Log TA= -2.1488 + 2.1062 Log CB	0.49±0.002	0.0071±0.2334	2.1062±0.1369*	0.927±0.073*
	♂♂	Log TA= -3.0149 + 2.5972 Log CB	0.5±0.003	0.00097±0.31807	2.5972±0.1882*	0.951±0.088*
	♀♀♂♂	Log TA= -2.5508 + 2.3353 Log CB	0.5±0.003	0.002813±0.1957	2.3353±0.1151*	0.933±0.082*
Sera Gölü	♀♀	Log TA=-3.37881+2.8188 Log CB	0.5±0.007	0.000418±0.2562	2.8188±0.1665	0.971±0.04*
	♂♂	Log TA=-3.6444+2.9908 Log CB	0.51±0.002	0.000217±0.5	2.9908±0.2952	0.922±0.09*
	♀♀♂♂	Log TA=-3.48498+2.8819 Log CB	0.51±0.004	0.000327±0.255	2.8819±0.1479	0.949±0.066*
Çıldır Gölü	♀♀	Log TA= -3.12466 + 2.6503 Log CB	0.49±0.014	0.00075±0.634	2.6503±0.368	0.909±0.067*
	♂♂	Log TA= -2.30622 + 2.17 Log CB	0.5±0.005	0.00494±0.766	2.17±0.43*	0.757±0.132*
	♀♀♂♂	Log TA= -2.43357 + 2.24439 Log CB	0.5±0.006	0.00369±0.279	2.244±0.368	0.818±0.11*
Ulugöl	♀♀	Log TA= -2.96853 + 3.0126 Log CB	0.5±0.007	0.001075±1.4328	3.0126±0.8341	0.69±0.09239*
	♂♂	Log TA= -3.96988 + 3.1443 Log CB	0.5±0.002	0.000107±0.623	3.1443±0.3571	0.81±0.0764*
	♀♀♂♂	Log TA= -2.83989 + 2.49948 Log CB	0.51±0.03	0.001446±0.5385	2.4995±0.3358*	0.702±0.0866*
Eğirdir Gölü	♀♀	Log TA= -3.9266 + 3.1393 Log CB	0.49±0.004	0.000118±0.265	3.1393±0.154	0.97±0.033*
	♂♂	Log TA= -2.305 + 2.197 Log CB	0.5±0.002	0.004955±0.392	2.197±0.226*	0.91±0.084*
	♀♀♂♂	Log TA= -2.70767 + 2.42916 Log CB	0.49±0.003	0.00196±0.265	2.4292±0.153*	0.919±0.066*

### Et Verimi Özellikleri

Araştırma yapılan 9 gölde yakalanan, karapaks boyları 44,65-61,34 mm, toplam ağırlıkları 18,56-43,25 g arasında değişen tatlısu istakozlarının abdomen, makas ve toplam et verimleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Et verimi özellikleri açısından su kaynakları incelendiğinde; Ulugöl Gölü'nün dişi bireylerinin abdomen et verimi (%8,17) ve toplam et verimi açısından (%12,19), Küçükçekmece gölü dişi bireylerinin de makas et verimi (%2,64) açısından en küçük değerlere sahip oldukları

belirlenmiştir. Buna karşın makas et verimi açısından Çıldır Gölü erkek bireylerinin (%9,12), abdomen et verimi açısından Apolyont Gölü dişi bireylerinin (%16,08), toplam et verimi açısından da Sera Gölü erkek tatlısu istakozlarının (%20,43) en yüksek değerlere sahip oldukları saptanmıştır. Göller et verimi yönünden eşeysel açıdan incelendiğinde Apolyont, Terkos, Sera, Çıldır ve Ulugöl gölleri erkek

bireylerinin makas et verimi, Sera Gölü dişi bireylerinin abdomen et verimi açısından, Apolyont, İznik, Sera ve Ulugöl Gölleri dişi bireylerinin de toplam et verimi açısından önemli derecede karşı cinsten büyük değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Manyas, Eğirdir ve Küçükçekmece gölleri Tatlısu istakozlarının eşeyseli arasında et verimi yönünden farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Araştırma yapılan göllerdeki tatlısu istakozlarının et verimi özellikleri

Su Kaynağı	EŞEY	N	CL±S <sub>H</sub> (mm)	TW±S <sub>H</sub> (g)	CMY±S <sub>H</sub>	AMY±S <sub>H</sub>	TMY±S <sub>H</sub>
Apolyont Gölü	♀♂♂	62	53,88±1,555	35,19±3,288	3,91±0,3	14,98±0,322	18,9±0,283
	♀♀	34	51,51±1,774	28,56±3,046	3,18±0,165	16,08±0,31	19,25±0,314*
	♂♂	28	56,75±2,62	43,25±5,995*	4,81±0,597*	13,66±0,506	18,47±0,493
İznik Gölü	♀♂♂	103	49,22±0,742	29,88±1,602	5,31±0,303	13,43±0,288	18,74±0,285
	♀♀	45	47,86±0,703	25,07±1,223	3,92±0,394	15,84±0,29	19,76±0,457*
	♂♂	58	50,28±1,187	33,61±2,588*	6,39±0,39	11,55±0,27	17,94±0,328
Manyas Gölü	♀♂♂	129	53,33±0,655	35,71±1,186	4,3±0,189	13,67±0,303	17,97±0,284
	♀♀	85	52,34±0,788	34,16±1,433	3,47±0,132	15,3±0,303	18,78±0,301
	♂♂	44	55,24±1,127	38,7±2,052	5,9±0,394	10,51±0,316	16,41±0,524
Terkos Gölü	♀♂♂	156	46,11±0,564	23,59±0,854	3,43±0,116	13,09±0,187	16,51±0,218
	♀♀	89	45,6±0,711	22,42±1,051	2,83±0,09	13,82±0,259	16,65±0,292
	♂♂	67	46,79±0,914	25,15±0,914	4,22±0,205*	12,11±0,216	16,33±0,237
Küçükçekmece Gölü	♀♂♂	63	50,81±1,241	28,96±1,612	3,1±0,614	14,03±0,333	17,13±0,355
	♀♀	41	51,34±1,475	30,03±2,01	2,64±0,137	14,43±0,425	17,07±0,465
	♂♂	22	49,82±2,286	29,96±2,708	3,95±0,327	13,29±0,508	17,24±0,546
Sera Gölü	♀♂♂	44	47,09±0,981	23,05±1,682	4,89±0,554	14,34±0,495	19,23±0,65
	♀♀	24	44,65±0,755	18,56±1,223	3,26±0,342	14,98±0,828*	18,24±0,921
	♂♂	20	50,01±1,772*	28,43±3,02	6,85±0,992*	14,28±0,411	20,43±0,858*
Çıldır Gölü	♀♂♂	34	58,24±1,701	36,22±3,173	5,32±0,451	13,29±0,7	18,61±0,848
	♀♀	13	53,25±1,885	29,53±3,469	3,6±0,512	13,28±0,698	17,87±0,837
	♂♂	21	61,34±2,272*	40,35±4,492*	6,39±0,544*	12,67±1,039	19,06±1,278
Ulugöl Gölü	♀♂♂	59	54,77±0,541	32,94±1,119	7,43±0,553	8,17±0,247	15,6±0,552
	♀♀	16	52,3±0,856	29,95±1,773	2,88±0,966	9,31±0,46	12,19±1,201
	♂♂	43	55,68±0,619	34,06±1,359	9,12±7,75*	14,56±0,268	16,87±0,493*
Eğirdir Gölü	♀♂♂	48	53,75±1,105	32,89±1,922	3,39±0,349	11,38±0,392	14,76±0,534
	♀♀	25	52,38±1,033	30,51±1,853	2,65±0,297	11,96±0,544	14,61±0,657
	♂♂	23	55,25±1,996	35,47±3,439	4,2±0,617	10,74±0,546	14,94±0,869

**Tablo 3.** Farklı lokalitelerde yapılan araştırma sonuçlarından hesaplanan büyüme denklemi parametreleri

Lokalite	Eşey	N	Büyüme Denklemi Parametreleri		r
Mogan Gölü (Tüzün, 1987)	♂♂	669	a= 0,00012	b= 3,1758	-
	♀♀	822	a= 0,00002	b= 3,0498	-
Seyhan Baraj Gölü (Çevik, 1993)	♂♂	150	a= 0,00009	b= 3,2464	-
	♀♀	150	a= 0,00023	b= 3,0385	-
Ayrancı Baraj Gölü (Erdem ve Erdem, 1994)	♂♂♀♀	170	a= 0,00054	b= 3,0154	-
Eğirdir Gölü (Bolat, 1996)	♂♂	505	a= 0,00019	b= 3,1258	-
	♀♀	307	a= 0,00087	b= 2,7749	-
Keban Baraj Gölü (Duman ve Pala, 1998)	♂♂	257	a= 0,00005	b= 3,3772	0,993
	♀♀	177	a= 0,00011	b= 3,1462	0,994
Keban Baraj Gölü (Harlıoğlu, 1999)*	♂♂	208	a= 0,00093	b= 2,6689	0,923
	♀♀	242	a= 0,00159	b= 2,5152	0,882
Eğirdir Gölü (Bolat, 2001)*	♂♂	1250	a= 0,00039	b= 2,9896	0,963
	♀♀	550	a= 0,00009	b= 2,6946	0,975
İznic Gölü (Erdem vd., 2001)	♂♂♀♀	250	a= 0,00074	b= 3,0041	-
Dikilitaş Göleti (Köksal vd., 2003)	♂♂	2122	a= 0,00005	b= 3,0092	0,994
	♀♀	2298	a= 0,00002	b= 3,0797	0,995
Sera Gölü (Erkebay, 2004)	♂♂	825	a= 0,00005	b= 3,4100	0,975
	♀♀	588	a= 0,00002	b= 3,0400	0,975
Demirköprü Baraj Gölü (Balık vd., 2005a)	♂♂	233	a= 0,00001	b= 3,2666	0,979
	♀♀	113	a= 0,00002	b= 3,0546	0,974
Apolyont Gölü (Berber, 2005)	♂♂	843	a= 0,0002	b= 3,0251	0,948
	♀♀	573	a= 0,0003	b= 2,9551	0,939
İznic Gölü (Berber, 2005)	♂♂	702	a= 0,0001	b= 3,1248	0,925
	♀♀	333	a= 0,0004	b= 2,8731	0,911
Manyas Gölü (Berber, 2005)	♂♂	731	a= 0,0003	b= 2,9763	0,969
	♀♀	387	a= 0,0003	b= 2,9443	0,987
Hirfanlı Baraj Gölü (Benzer vd., 2017)	♂♂	130	a=0,0032	b= 2,8856	0,982
	♀♀	195	a= 0,0034	b= 2,9063	0,981
Mamasın Baraj Gölü (Büyükçapar vd., 2006)	♂♂	356	a=0,0528	b= 2,7228	0,837
	♀♀	196	a= 0,0601	b= 2,6209	0,862
Keban Baraj Gölü (Barım, 2007)	♂♂	149	a= 0,00086	b= 3,2438	0,974
	♀♀	170	a= 0,00037	b= 2,8591	0,952
Keban Baraj Gölü (Dartay ve Ateşşahin, 2013)	♂♂	63	a= 0,2307	b= 3,018	0,973
	♀♀	27	a= 0,7396	b= 2,338	0,839
Alaşehir Gölü (Deniz vd., 2013)	♂♂	87	a= 0,00009	b= 3,2349	0,97
	♀♀	70	a= 0,00007	b= 2,7698	0,97
Çıldır Gölü (Deniz vd., 2013)	♂♂	46	a= 0,000003	b= 3,4355	
	♀♀	55	a= 0,00006	b= 2,7964	0,968
Eğirdir Gölü (Deniz vd., 2013)	♂♂	86	a= 0,00003	b= 2,968	0,938
	♀♀	73	a= 0,00003	b= 2,958	0,933
Hirfanlı Baraj Gölü (Deniz vd., 2013)	♂♂	86	a=0,00001	b= 3,2066	0,963
	♀♀	79	a= 0,00007	b= 2,7791	0,939
Keban Baraj Gölü (Deniz vd., 2013)	♂♂	122	a= 0,00008	b= 3,2841	0,959
	♀♀	70	a= 0,0001	b= 2,7055	0,949
Porsuk Baraj Gölü (Deniz vd., 2013)	♂♂	99	a= 0,00005	b= 3,3820	0,913
	♀♀	87	a= 0,0003	b= 2,4158	0,863
Karpuzlu Sulama Göleti (Deniz vd., 2013)	♂♂	73	a= 0,00004	b= 3,439	0,978
	♀♀	89	a= 0,00005	b= 2,836	0,951

**Tablo 3 (devami).** Farklı lokalitelerde yapılan araştırma sonuçlarından hesaplanan büyüme denklemi parametreleri

Lokalite	Eşey	N	Büyüme Denklemi Parametreleri		r
Aktaş Gölü (Aksu ve Kaya, 2017)	♂♂	81		b= 3,041	0,976
	♀♀	76		b= 2,954	0,962
Yenice Sulama Göleti (Berber vd., 2010)	♂♂	255	a= 0,00004	b= 2,9091	0,946
	♀♀	291	a= 0,00003	b= 2,9461	0,982
Dikilitaş Göleti (Benzer ve Benzer, 2015)	♂♂	155	a= 0,059	b= 2,75	0,99
	♀♀	105	a= 0,031	b= 2,97	0,99
Apolyont Gölü (Benzer ve Benzer, 2018)	♂♂	270	a= 0,03	b= 2,9479	0,979
	♀♀	270	a= 0,041	b= 2,775	0,983
Eğirdir Gölü (Harlioğlu ve Harlioğlu, 2005)	♂♂	38	a= 0,00167	b= 2,5185	0,959
	♀♀	38	a= 0,0081	b= 2,1166	0,906
İznik Gölü (Harlioğlu ve Harlioğlu, 2005)	♂♂	20	a= 0,00071	b= 2,7261	0,97
	♀♀	21	a= 0,00091	b= 2,6603	0,97
Hirfanlı Baraj Gölü (Harlioğlu ve Harlioğlu, 2005)	♂♂	75	a= 0,000011	b= 3,6685	0,94
	♀♀	31	a= 0,0032	b= 2,2218	0,88
Gaga Gölü (Yılmaz vd., 2011)	♂♂	131	a= 0,3484	b= 2,5513	0,87
	♀♀	129	a= 0,4348	b= 2,4902	0,9
Keban Baraj Gölü (Yüksel ve Duman, 2012)	♂♂	2962	a= 0,027	b= 3,095	0,94
	♀♀	2412	a= 0,054	b= 2,719	0,925
Eğirdir Gölü (Balık ve ark., 2005b)	♂♂	2366	a= 1,10 <sup>-11</sup>	b= 2,922	0,98
	♀♀	1264	a= 6,10 <sup>-10</sup>	b= 2,724	0,99
Mogan Gölü (Benzer vd., 2015)	♂♂	98	a= 0,00095	b= 2,23	0,99
	♀♀	14	a= 0,0022	b= 2,01	0,99
İznik Gölü (Aydın vd., 2015)	♂♂	1001	a= 0,000008	b= 3,011	0,987
	♀♀	896	a= 0,00003	b= 3,3016	0,987

## TARTIŞMA

CB/TB değerlerinin, dişi, erkek ve dişi+erkek karışık olmak üzere popülasyonun tamamında 0,48 - 0,51 arasında değişim gösterdiği hesaplanmıştır. (Tablo 1). Buna göre CB değerlerinin TB değerlerinin ½'sine eşit olduğu kabul edilmiştir. (Abrahamsson, 1972; Lindqvist ve Louekari, 1975, Köksal, 1980, Bolat, 2001). Yapılan araştırmalarda, karapaks boyu ile toplam boy arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiş ve genel olarak karapaks boyunun, toplam boyun yarısına eşit olduğu sonucuna varılmıştır. Prensipte olarak toplam boyun kullanılmasından kaynaklanabilecek hataların önemli olmamasına rağmen hata payını en aza indirmek için karapaks boyunun

kullanılmasının gerektiği belirtilmiştir (Lindqvist ve Louekari, 1975; Fitzpatrick, 1977; Romaire vd., 1977). Araştırmamızda karapaks boyu-toplam ağırlık ilişkisi yanında, karapaks boyu ile toplam boyun oransal olarak farklı sonuçlara neden olup olmadığını belirleyebilmek amacıyla karapaks boyu-toplam boy ilişkisi de incelenmiştir.

Tatlısu istakozlarının gelişme süresinde boy yönünden büyümesine karşı, ağırlık olarak büyüme hızının ne miktarda olacağı, kalıtsal özelliklerinin yanı sıra, cinsiyet, besin farklılığı ve bulunma oranı gibi beslenme özelliklerinin büyük oranında etkili olduğu, bazı çevresel faktörler tarafından da belirlenmektedir (Lindqvist ve Lahti, 1983). Ayrıca kullanılan av

araçlarının seçicilik özelliklerinin de boy-ağırlık ilişkilerinde farklı büyüme özelliklerinin tespit edilmesinde önemli rol oynadıkları bildirilmektedir. Bu farklılıklar; fotoperiyot, popülasyon yoğunluğu, besin bolluğu, su seviyesi dalgalanmaları, su sıcaklığı ve su kalitesi gibi bir dizi faktörün yansımından kaynaklanabilir (Huner ve Romaire, 1979; Chien ve Avault, 1983). Bu nedenle boy-ağırlık ilişkisini anlamak, tatlısu istakozlarının kültürü ve yönetimi için önemli etkilere sahiptir. Boy-ağırlık ilişkileri;

kondüsyonun ifadesinde, biyomasın hesaplanmasında ve yenilebilir et miktarının belirlenmesinde kullanılabilir. Bahsedilen etkenler oldukça karmaşık bir bütün içerisinde, türün genel özellikleri içinde kalmak şartıyla, zamana ve habitata göre, popülasyondan popülasyona hatta aynı popülasyonda bile mevsimden mevsime boy ile ağırlık arasındaki ilişkide farklı oranlarda değişimleri meydana getirebilmektedir.

**Tablo 4.** Literatürde farklı lolakitelerde *P leptodactylus* ve diğer türler için hesaplanan et verimi

Kaynak	Tür	MEV		AEV		TEV	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Gürel, 1998 (Keban Baraj Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	7,2	3,31	11,18	14,22	18,33	17,49
Kalma, 1998 (Beşgöz Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>					21,3	19,05
Harlioğlu, 1999 (Keban Baraj Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	6,24	3,02	10,43	11,7	16,67	14,72
Harlioğlu, 2000	<i>P.leptodactylus</i>	3,38	2,59	8,07	11,15	11,45	13,74
	<i>P. leniusculus</i>	8,16	5,23	5,56	5,46	13,72	10,69
Erkebay, 2004 (Sera Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>			11,75	13,64		
Hubenova vd., 2004	<i>P.leptodactylus</i>	4,07-6,79	1,96-2,69	7,34-8,67	8,97-10,23	12,74-14,13	11,66-12,18
Berber, 2005 (Apolyont Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	3,92	2,78	11,94	14,58	15,86	17,36
Berber, 2005 (İznik Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	5,3	3,67	12,7	16,2	17,96	19,87
Berber, 2005 (Manyas Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	4,26	3,33	11,1	14,79	15,35	18,12
Büyükçapar vd., 2006 (Mamasın B.G.)	<i>P.leptodactylus</i>	5,28	2,76	9,55	10,15	14,83	12,76
Berber vd., 2010 (Yenice B.G.)	<i>P.leptodactylus</i>	5,39	3,49	12,49	15,83	17,87	19,27
Barım, 2007 (Keban B.G.)	<i>P.leptodactylus</i>	2,89	1,32	12,58	14,93	15,16	16,25
Yılmaz vd., 2011 (Gaga Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	9,77	5,08	9,88	10,6	19,7	15,68
Aksu ve Kaya, 2017 (Aktaş Gölü)	<i>P.leptodactylus</i>	4,6	2,73	10,03	11,59	14,63	14,32
Dabrowski vd., 1966	<i>O. limosus</i>					24,3	20,07
Boyalık, 2019 (Kocahıdır Göleti)	<i>P.leptodactylus</i>	4,13	2,48	10,52	11,38	14,64	13,85
Lindqvist ve Loekari, 1975	<i>A. astacus</i>					19,16	17,5
Rhodes ve Holdich, 1984	<i>A. pallipes</i>			14,43	15,73	27,38	23,21
Huner vd., 1988	<i>A. astacus</i>	8,4	4,8	13,14	15,3		
	<i>P. clarkii</i>	8,3	1,6	13,19	17,19		
McDonald vd., 1992	<i>O. immunis</i>			18,14	19,8		
Wetzel, 1993	<i>O. virilis</i>			18,8	17,7		

*P. leptodactylus* türü üzerine yapılan çalışmalarda farklı boy-ağırlık denklemleri elde edilmiştir (Tablo 3). Tatlısu istakozları üzerinde ülkemizdeki Mogan Gölü (Tüzün, 1987), Seyhan Baraj Gölü (Çevik, 1993), Ayrancı Baraj Gölü (Erdem ve Erdem, 1994), Eğirdir Gölü (Bolat, 1996), İznik Gölü (Erdem vd., 2001), Keban Baraj Gölü (Duman ve Pala, 1998) erkek ve dişi bireylerinde ve Sera Gölü (Erkebay, 2004) ile Demirköprü Baraj Gölü (Balık vd., 2005a) erkek bireylerinde, İznik Gölü erkek tatlısu istakozlarında (Berber, 2005), Keban Baraj Gölü dişi bireylerinde (Barım, 2007), Alaşehir ve Çıldır Gölleri ile Hirfanlı Baraj Gölü, Keban Baraj Gölü dişi bireylerinde, Porsuk Baraj Gölü ve Karpuzlu Göleti erkek bireylerinde (Deniz vd., 2013), Hirfanlı Baraj Gölü erkek bireyleri (Harlıoğlu ve Harlıoğlu, 2005), İznik Gölü erkek bireylerinde (Aydın vd., 2015) pozitif allometrik büyüme tespit edilmiştir. İzometrik büyüme ise Apolyont Gölü erkek bireylerinde (Berber, 2009), Keban Baraj Gölü dişi bireylerinde (Dartay ve Ateşşahin, 2013), Aktaş Gölü erkek bireylerinde (Aksu ve Kaya, 2017), Keban Baraj Gölü erkek bireylerinde (Yüksel ve Duman, 2012), İznik Gölü erkek bireylerinde (Aydın vd., 2015) tespit edilmiştir. Diğer lokasyonlardaki eşeylerde ise negatif allometrik büyüme belirlenmiştir (Tablo 3).

Büyüme denklemlerinden hesaplanan *b* parametresi türlerin karakteristiğidir ve genel olarak, farklı habitatlar, su sıcaklığı ve tuzluluk, cinsiyet, besin mevcudiyeti, örnek sayısı, günlük ve mevsimsel olarak değişebilen *a* parametresinden farklı olarak önemli ölçüde

değişmemektedir (Tech, 1971; Kleanthids vd., 1999).

Canlıların gelişme süresinde boyca büyümesine karşın, ağırlıkça büyüme hızının hangi oranda olacağı, genetik yapılarının etkisinin yanında, besin niteliği ve miktarı gibi beslenme olanaklarının büyük oranda etkilerinin olduğu, bazı ekolojik faktörler tarafından da belirlenmektedir. Tüm bu etkenler kompleks bir yapı içerisinde, türün genel yapısı içinde kalmak koşuluyla, zamana ve ortama göre, popülasyondan popülasyona hatta aynı popülasyonda bile mevsimden mevsime boy ile ağırlık arasındaki ilişkide farklı oranlarda değişikliklere neden olabilmektedir. Farklı zamanlarda Keban Baraj Gölünde (Duman ve Pala, 1998; Harlıoğlu, 1999; Barım, 2007; Yüksel ve Duman, 2012; Dartay ve Ateşşahin, 2013; Deniz vd., 2013), Eğirdir Gölünde (Bolat 1996 ve 2001; Balık vd., 2005a; Harlıoğlu ve Harlıoğlu, 2005; Deniz vd., 2013), İznik Gölünde (Erdem vd., 2001; Balık vd., 2005b; Berber, 2005; Harlıoğlu ve Harlıoğlu, 2005; Aydın vd., 2015), Mogan Gölü'nde (Tüzün, 1987; Benzer vd., 2015), Dikilitaş Göleti'nde (Köksal vd., 2003; Benzer ve Benzer, 2015), Apolyont Gölü'nde (Berber, 2005; Benzer ve Benzer, 2018) ve Hirfanlı Baraj Gölü'nde (Harlıoğlu ve Harlıoğlu, 2005; Deniz vd., 2013; Benzer vd., 2017) hesaplanan farklı büyüme denklemleri ve özellikleri elde edilmesi belirtilen nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle boy-ağırlık ilişkisi için elde edilen regresyon denklemlerinin ve büyüme özelliklerinin, bölgeye ve verilerin elde edildiği dönemlere göre benzer veya farklı olmaları doğal sonuçlardır.

Farklı su kaynaklarında bulunan *P. leptodactylus* ile yapılan araştırmalarda, farklı et verimi değerleri saptanmıştır. Goddard (1988), *P. leptodactylus*'un toplam et verimliliğini %15,45 olarak bildirmiştir. Köksal (1988), 80-145 mm boya sahip erkek bireylerde, abdomen et ağırlığının 3-12 g ve makas et ağırlığının da 0,8-8,9, 80-132 mm boy uzunluğundaki dişi bireylerde ise abdomen et ağırlığının 2-12 g, makas et ağırlığının da 0,63-6 g arasında olduğunu hesaplamışlardır. Erkek bireylerin makas et ağırlığı dişilere oranla yüksek olmasına karşın toplam boyu 10 cm'den küçük tatlısu istakozlarında eşeyler arasında önemli bir fark belirlenememiştir. Et miktarının eşeyler arasında hemen hemen eşit hesaplandığı, sadece 10 cm'den daha büyük erkek bireylerin dişilere kıyasla daha yüksek et oranına sahip olduklarını tespit etmiştir. Eğirdir Gölü tatlısu istakozu bireylerinde avlanabilir boya kadar (100 mm) % 10-14 et verimi, 100 mm boyun üstünde %20 ve 140-150 mm'nin üstündeki boy sınıflarında ise %26-27 miktarlarına yükseldiği belirtilmektedir (Yıldırım vd., 1997). *P. leptodactylus* türünün farklı lokalitelerdeki popülasyonları üzerine yapılan araştırmalarda erkek bireylerin makas et verimi (MEV) ortalaması 5,23 g (2,89 g-9,77 g), abdomen et verimi (AEV) ortalaması 10,54 g (7,34 g-12,7 g) ve toplam et verimi (TEV) ortalaması da 16,04 g (11,45 g-221,3 g) olarak tespit edilmiştir. Dişi birey MEV ortalaması 2,57 g (1,32 g-5,23 g), AEV ortalaması 12,66 g (8,97 g - 15,83 g) ve TEV ortalaması da 15,8 g ( 11,66 g - 19,87 g) olarak hesaplanmıştır. Tablo 4'te *P. leptodactylus* ile ilgili et verimi bulguları, Kocahıdır Göleti bireyleri ile karşılaştırıldığında

elde edilen değerlerde Dişi MEV ile erkek AEV ortalamalarının oldukça yakın olduğu görülmektedir.

Aynı veya farklı tür tatlısu istakozları için farklı zamanlarda ve lokalitelerde çeşitli et verimi değerleri tespit edilmesi, türlerinin genetik yapısına, habitatların ekolojik faktörlerine, yakalandığı döneme ve et veriminin belirlendiği yöntemlere göre farklılık göstermektedir. Bir kısım araştırmacılar et veriminin belirlenmesinden önce tatlısu istakozu bireylerini bir süre suda kaynatarak (Lindqvist ve Louekari, 1975; Köksal, 1988; Harlıoğlu, 1996; Gürel 1998, Erkebay, 2004), ya da direkt ölçüm yaparak belirlemişlerdir (Rhodes ve Holdich, 1984; Gu vd., 1994). Haşlanarak lm yapılan et miktarı çiğ olan et miktarı ile kıyaslandığında %1-3 arasında daha yüksek bulunduğu rapor edilmiştir (Yıldırım vd., 1997).

## SONUÇ

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında Türkiye'deki 9 farklı içsu kaynağında bulunan tatlısu istakozu popülasyonlarının boy-ağırlık ilişkileri ve et verimi belirlenmiştir. Manyas Gölü'ndeki tatlısu istakozu popülasyonundaki dişi bireylerin karapaks boyu ve toplam ağırlık açısından en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte ıldır Gölü'nde bulunan tatlısu istakozu popülasyonundaki erkek bireylerin ise karapaks boyu açısından en yüksek değerlere sahip olduğu belirlenirken Apolyont Gölü'ndeki popülasyonun da toplam ağırlık yönünden en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, karapaks boyu-toplam ağırlık ilişkisi yönünden ıldır, Sera, Ulugöl

ve Eğirdir gölleri için allometrik büyüme hesaplanmıştır. Bununla birlikte, Manyas Gölü, Terkos Gölü ve Küçükçekmece Gölü'nün erkek ve dişi bireyleri için negatif allometrik büyüme tespit edilirken Apolyont ve İznik Gölü'nün erkek bireyleri için pozitif allometrik büyüme saptanmıştır. Dişi bireylerde toplam et verimi bakımından en yüksek değer İznik Gölü'nde, abdomen et verimi yönünden Apolyont Gölü'nde hesaplanmıştır. Bununla birlikte, erkek bireylerde ise hem toplam et verimi hem de abdomen et verimi yönünden en yüksek değerler Sera Gölü'nde hesaplanmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2009.103.02.1 nolu proje ile finansal olarak desteklenmiştir.

## ETİK STANDARTLARA UYUM

### Yazarların Katkısı

Tüm yazarlar arazi çalışmalarında katkı sağlamıştır. Ayrıca, SB laboratuvar ölçümlerini gerçekleştirmiş, istatistiksel analizleri yapmış ve makalenin ilk taslağını yazmıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu tür bir çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abrahamsson, S. A. A. (1972). Fecundity and growth of some populations of *Astacus astacus* Linné in Sweden with special regard to introductions in northern Sweden. *Institute of freshwater Research Drottningholm, Report*, 52, 23-37.
- Aksu, Ö., & Kaya, G. K. (2017). Aktaş Gölü (Ardahan, Türkiye) kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) ağırlık uzunluk ilişkisi ve et verimi. *BAUN Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 283-295. <https://doi.org/10.25092/baunfbed.346123>
- Aydın, H., Harlıoğlu, M. M., & Deniz T. (2015). An investigation on the population parameters of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) in Lake İznik (Bursa). *Turkish Journal of Zoology*, 39(4), 660-668. <https://doi.org/10.3906/zoo-1406-6>
- Balık, İ., Çubuk, H., Özkök, R., & Uysal, K. R. (2005b). Some biological characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Zoology*, 29, 295-300.
- Balık, S., Ustaoglu, M. R., Sarı, H. M., & Berber, S. (2005a). Demirköprü Baraj Gölü (Manisa) tatlısu ıstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun bazı büyüme ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Su Ürünleri Dergisi*, 22(1-2), 83-89.
- Barım, Ö. (2007). Keban Baraj Gölü, Çemisgezек bölgesi tatlısu ıstakozu, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823'un morfolojik analizi ve et verimi. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 301-307.
- Benzer, S., Benli, Ç. K., & Benzer, R. (2015). The comparison of growth with length-weight relation and artificial neural networks of crayfish, *Astacus leptodactylus*, in Mogan Lake. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 21(2), 208-223.
- Benzer, S., & Benzer, R. (2015). Determine some morphological characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) with traditional methods and artificial neural networks in Dikilitas Pond, Ankara, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(11A), 3727-3735.



- Benzer, S., & Benzer, R. (2018). New perspectives for predicting growth properties of crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) in Uluabat Lake. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(1), 35-45. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.1.35.45>
- Benzer, S., Benzer, R., & Günal, A. Ç. (2017). Artificial neural networks approach in morphometric analysis of crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Hirfanlı Dam Lake. *Biologia*, 72(5), 527-535. <https://doi.org/10.1515/biolog-2017-0052>
- Berber, S. & Balık, S. (2009). Apolyont Gölü (Bursa-Türkiye) tatlısu istakozunun (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) boy-ağırlık ilişkisi ve et verimi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 3(2), 86-99.
- Berber, S. (2005). Manyas, Apolyont, İznik göllerindeki kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) popülasyonlarının biyo-ekolojik ve morfometrik özellikleri ile hastalık yönünden karşılaştırmalı olarak araştırılması. [Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.]
- Berber, S., Yıldız, H., Ateş, A. S., Bulut, M., & Mendeş, M. (2010). A study on the relationships between some morphological and reproductive traits of the Turkish crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Crustacea: Decapoda). *Reviews in Fisheries Science*, 18(1), 131-137. <https://doi.org/10.1080/10641260903491003>
- Bolat, Y. (1996). Eğirdir Gölü'ndeki kerevit (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) popülasyonunun bazı özellikleri ve hastalığının morfolojik incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.]
- Bolat, Y. (2001). Eğirdir Gölü Hoyran Bölgesi tatlısu istakozlarının (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) popülasyon büyüklüğünün tahmini. [Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye.]
- Boyalık, F. (2018). Kocahıdır Göleti (İpsala/Edirne) kerevit (*Pontastacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) popülasyonunun biyo-ekolojik ve morfometrik özellikleri yönünden araştırılması. [Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.]
- Büyükçapar, H. M., Alp, A., Kaya, M., & Çiçek, Y. (2006). Mamasın Baraj Gölü (Aksaray-Türkiye) tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun boy-ağırlık ilişkisi ve et verimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2), 21-25.
- Chien, Y. C., & Avault, J. W. Jr. (1983). Effects of flooding dates and type of disposal of rice straw on the initial survival and growth of caged juvenile crayfish, *Procambarus clarkii* in ponds, *Freshwater Crayfish* 5, 344-350.
- Crandall, K. A., & De Grave, S. (2017). An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the World, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 37(5), 1-39. <https://doi.org/10.1093/jcbiol/rux070>
- Çevik, C. (1993). Seyhan Baraj Gölünde yaşayan tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun bazı biyo-ekolojik, morfometrik özellikleri ile hastalık durumunun saptanması. [Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.]
- Dabrowski, T., Kolakowski, E., Wawreszuk, H., & Choroszuca, C. (1966). Studies on chemical composition of American crayfish (*Orconectes limosus*) meat as related to its nutritive value, *Journal Fisheries Research Board of Canada*, 23(11), 1653-1661.
- Dartay, M., & Ateşşahin, T. (2013). A study on catching freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823, and its some population characteristics. *Turkish Journal of Science and Technology*, 8(2), 125-130.
- Deniz, T. B., Aydın, C., & Ateş, C. (2013). A study on some morphological characteristics of *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz 1823) in seven different inland waters in Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 19, 190-205.
- Duman, E., & Pala, M. (1998). Keban Baraj Gölü Ağın Bölgesi'nde yaşayan kerevit (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) popülasyonunun büyüme özelliklerinin incelenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 15(1-2), 9-17.

- Erdem, U., & Erdem, Ü. (1994). Ayrancı Baraj Gölündeki (Karaman) tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun bazı biyo-ekolojik ve morfometrik özelliklerinin incelenmesi. *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiriler Kitabı, Edirne, Türkiye*. pp. 358-361.
- Erdem, Ü., Cebeci, M., Selçuk, S., Tunç, N., Özbay, A., & Çildem, B. (2001). İznik Gölündeki tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) XI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu *Bildiriler Kitabı, Hatay, Türkiye*. pp. 449-456.
- Erkebay, C. (2004). *Sera Gölü (Trabzon) kerevit (Astacus leptodactylus eschscholtz, 1823) stoğunun biyolojik özellikleri, stok yapısı ve Doğu Karadeniz koşullarında yetiştiricilik olanakları*. [Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.]
- FAO. (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2018). Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2018 (FishstatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2019, [www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en](http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en).
- Goddard, S. 1988. Food and feeding (pp. 145–166). In *Freshwater crayfish: Biology, management, and exploitation*. Holdich, D. M., & Lowery, R. S. (Eds.), Croom-Helm, London.
- Gu, H., Mather, P. B., & Capra, M. F. (1994). The relative growth of chelipeds and abdomen and muscle production in male and female red claws crayfish, *Cherax quadricarinatus* von Martens, *Aquaculture*, 123, 249-257.
- Gürel, A. (1998). *Keban Baraj Gölü tatlısu istakozlarının (Astacus leptodactylus Eschscholtz, 1823) et verimi ve kimyasal bileşimi üzerine araştırmalar*. [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye.]
- Harlioğlu, M. M., & Türkgölü, İ. (2000). The relationship between egg size and female size in freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*, *Aquaculture International*, 8, 95-98.
- Harlioğlu, M. M. (1999). Keban Baraj Gölü, Ağın Yöresi tatlısu istakozu, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz popülasyonunda ağırlık-uzunluk ilişkisi ve et verimi. *Turkish Journal of Zoology*, 23(3), 949-957.
- Harlioğlu, M. M., & Harlioğlu, A. G. (2005). Eğirdir, İznik Gölleri ve Hirfanlı Baraj Gölünden avlanan tatlısu istakozu *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'un morfometrik analizleri ile et verimlerinin karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 412-423
- Holdich, D. M. (2002) Present distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 367, 611–650. <https://doi.org/10.1051/kmae:2002055>
- Hubenova, T., Zaikov, A., & Vassileva, P. (2004). Untersuchungen über die Fleischmenge beim Sumpfkrebs (*Astacus leptodactylus* Esch.), *Fischer & Teichwirt*, 6, 690-692.
- Huner, J. V., Lindqvist, O. V., & Kononen, H. (1988). Comparison of morphology and edible tissues of two important commercial crayfish, the noble crayfish, *Astacus astacus* Linné, and the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard) (Decapoda, Astacidae and Cambaridae), *Aquaculture*, 68, 45-57.
- Huner, J. V., & Romaine, R. P. (1979). Size at maturity as a means of comparing populations of *Procambarus clarkii* (Girard) (Crustacea, Decapoda) from different habitats. *Freshwater Crayfish*, 4, 53-64.
- Kalma, M. (1998). Konya Konuklar Beşgöz Gölü istakozlarının (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) çeşitli vücut özellikleri ve yenilebilir et oranı üzerinde bir araştırma. *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6, 83-95.
- Kleanthidis, P. K., Sinis, A. I., & Stergiou, K. I. (1999). Length-weight relationships of freshwater fishes in Greece. *Naga, ICLARM Q*, 22, 37-41.
- Köksal, G. (1980). Biometric analysis on the freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823). Which is produced in Turkey, relationship between the major body components and meat yield. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi, Dergisi C: XXVI(3-4)*, 93-114.
- Köksal, G., Korkmaz, A. Ş., & Kırkağaç, M. (2003). Ankara-Dikilitaş Göleti tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) popülasyonunun incelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(1), 51-58.

- Köksal, S. (1988). *Mogan gölü tatlisu istakozlarının (Astacus leptodactylus esch, 1823) mantar hastalığının ortaya çıkmasını kolaylaştıran olumsuz kimyasal ve fiziksel parametreler.* [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.]
- Lindquist, O. V., & Lahti, E. (1983). On the sexual dimorphism and condition index in the crayfish *Astacus astacus* L. in Finland. *Freshwater Crayfish*, 5, 3–12.
- Lindqvist O. V., & Louekari K. (1975). Muscle and hepatopancreas weight in *Astacus astacus* L. (Crustacea, Astacidae) in the trapping season in Finland. *Annales Zoologici Fennici*, 12(4), 237-243.
- McDonald, M., DeVore, P., Richards, C., Skurla, J., & Gunderson, J. (1992). Economic and technologie development for the crayfish industry in Minnesota: Final Report, Natural Resources Research Institute, Technical Report NRRI/TR-92/15, 74p.
- Rhodes, C. P., & Holdich, D. M. (1984). Length-weight relationship, muscle production and proximate composition of the Freshwater Crayfish *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet). *Aquaculture*, 37, 107-123.
- Romair, R. P., Forester, J. S., & Avault, J. W. Jr. (1977). Length-weight relationships of the commercially important crayfishes of the genus *Procambarus*. *Freshwater Crayfish*, 3, 463-470.
- Sint, D., Dalla Via, J., & Füreder, L. (2007). Phenotypical characterization of indigenous freshwater crayfish populations. *Journal Zoology*, 273(2), 210–219. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2007.00318.x>
- Tesch, F. W. (1971). Age and growth (pp. 99-130). In Ricker, W. E. (Ed.), *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters*. Blackwell Scientific Publications.
- Tüzün, İ. (1987). *Mogan Gölündeki kerevit (Astacus leptodactylus, Eschscholtz, 1823)'in biyolojisi.* [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.]
- Wetzel, J. E. (1993). *Morphological and physiological characteristics of orconectid crayfishes important to aquaculture.* [M.S Thesis, Purdue University, West Lafayette IN].
- Yıldırım, M. Z., Gülyavuz, H., & Ünlüsayın, M. (1997). Eğirdir Gölü kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) et verimi üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Zoology*, 21(1), 101-105.
- Yılmaz, E., Harlıoğlu, A., & Yılmaz, A. (2011). Gaga Gölü (Ordu, Türkiye)'nde yakalanan tatlisu istakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nda ağırlık-uzunluk ilişkisi ve et verimi. *Su Ürünleri Dergisi*, 28(3), 75-80.
- Yüksel, F., & Duman, E. (2012). Keban Baraj Gölü kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823) bazı morfolojik özelliklerinin incelenmesi. *Journal of FisheriesSciences.com*, 6(4), 271-281.
- Zimmerman, J K M. (2012) Noble crayfish (*Astacus astacus*) in a changing world—implications for management. [PhD. Dissertation, University of Sweden.]



## The Maximum Length Record of the White Seabream (*Diplodus sargus* Linnaeus, 1758) for the Aegean Sea

Şenol Paruğ<sup>1</sup>  • Özgür Cengiz<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Kastamonu University, Fisheries Faculty, Kastamonu, Turkey, senolparug@gmail.com

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl University, Fisheries Faculty, Van, Turkey, ozgurcengiz17@gmail.com

✉ Corresponding Author: senolparug@gmail.com

### Please cite this paper as follows:

Paruğ, Ş., Cengiz, Ö. (2020). The Maximum Length Record of the White Seabream (*Diplodus sargus* Linnaeus, 1758) for the Aegean Sea. *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 96-108.

### ARTICLE INFO



Received: 19.10.2020

Accepted: 01.12.2020

### Keywords

*Diplodus sargus*  
White seabream  
Maximum length  
Saros Bay  
Aegean Sea

### ABSTRACT

A single specimen of *Diplodus sargus* with 40.5 cm in total length and 1000.00 g in total weight was caught off İbrice Bight (Saros Bay) with handline by a commercial fisherman on 25 June 2018. The mentioned sizes are the maximum length and weight values of the species for the Aegean Sea and the other Turkish coasts; however, it is the second-largest length ever reported in the Mediterranean Basin.

### INTRODUCTION

The white seabream (*Diplodus sargus* Linnaeus, 1758) is an important demersal commercial sparid found throughout the Mediterranean Sea (Fischer *et al.*, 1987), eastern Atlantic from Canary Islands and Madeira north to France (Fishbase, 2020) (Figure

1), especially inhabiting rock, sand and seagrass beds (Vigliola & Harmelin-Vivien, 2001). This species congregates in schools of 5-50 individuals and feed mainly on molluscs (Rosecchi, 1987). Juveniles usually live in coastal lagoons and estuaries (<2 m) (Quignard & Man-Wai, 1983; Macpherson, 1998). The white seabream is mostly caught by long lines;

although sometimes it is caught by trammel nets and gill nets (Mahmoud *et al.*, 2010). Because of its economic value, although there are various studies on *Diplodus sargus* all over the World (Girardin, 1978; Man-Wai & Quignard, 1984; Man-Wai, 1985; Wassef, 1985; Rosecchi, 1987; Harmelin *et al.*, 1995; Gordo & Moli, 1997; Sala & Ballesteros, 1997; Macpherson *et al.*, 1997; Macpherson, 1998; Planes *et al.*, 1999; Gonçalves, 2000; Vigliola & Harmelin-Vivien, 2001; Mariani, 2001; Lanfant, 2003; Morato *et al.*, 2003; Mouine *et al.*, 2007; Abacesis *et al.*, 2008; Benchalel & Kara, 2010; Benchalel *et al.*, 2010; Mahmoud *et al.*, 2010; Benchalel & Kara, 2012; Al-Beak *et al.*, 2017), there is one study about biological parameters of this species (Balık & Emre, 2016), except of its length-weight relationships in the Turkish seas.

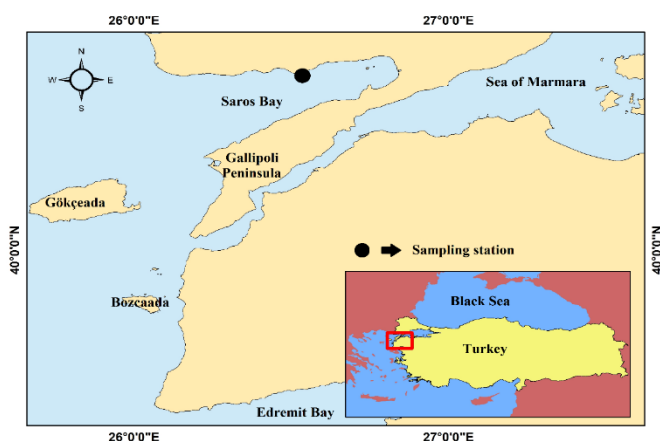


**Figure 1.** Geographic distribution of *Diplodus sargus* (modified from Fishbase, 2020)

The maximum length and weight are important parameters used in life-history studies and fishery science (Dulčić & Soldo, 2005) and these measurements are applied directly or indirectly in most stock assessment models (Legendre & Albaret, 1991; Borges, 2001). Especially, the size-based analyses of marine animals are becoming increasingly popular methods for improving the understanding of community structure and function (Jennings & Dulvy, 2005) and could be used as a tool for rapid evaluation of growth rates in the absence of primary data (Froese & Binohlan, 2000; Filiz & Sevingel, 2015). Therefore, it is necessary to regularly update the maximum size of commercially important species (Navarro *et al.*, 2012). Accurate estimates of the maximum size of fish in a population are essential for biologists and ecologists because biological rates and ecological functions are size-specific (Peters, 1983; Pope *et al.*, 2005). For example, metabolic rate is inversely related to body size, whereas total food intake is positively related to body size. Size at hatch, size at sexual, maturation and longevity are directly related to the maximum size of fishes (Freedman & Noakes, 2002; Van der Veer *et al.*, 2003). However, the maximum length or weight is a key component in many fishery models, such as the von Bertalanffy and Gompertz growth models (Quinn & Deriso, 1999). The given size is the maximum length and weight values of the species for the Aegean Sea; however, it is the second-largest length ever reported in the Mediterranean Basin.

## MATERIAL AND METHOD

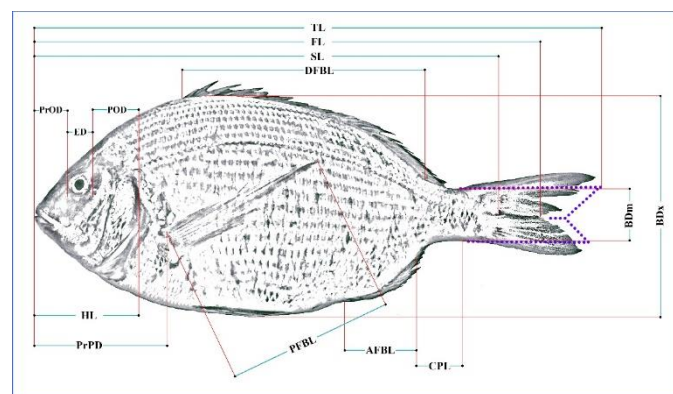
Saros Bay, which is situated in the Northeastern Aegean Sea, is connected to the North Aegean with a depth of approximately 600 m to the west. The shelf extends at a water depth of 90-120 m. The length of the bay is about 61 km, and the width at the opening to the Aegean Sea is about 36 km (Eronat & Sayın, 2014). As Saros Bay had been closed to bottom trawl fishing since 2000 (Cengiz et al., 2011; 2019a) and no industrial activity was prevalent in the area (Sarı & Çağatay, 2001), the bay can be considered as a pristine environment (Cengiz et al., 2013).



**Figure 2.** Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey) and sampling station

A single specimen of *Diplodus sargus* was caught off İbrice Bight (Saros Bay, Northern Aegean Sea) (Figure 2) with handline by a commercial fisherman from a depth of 15 m depth on 25 June 2018. Subsequently, we obtained it from a fishmonger in Çanakkale. Total length is defined as the measurement taken from the anterior-most part of the fish to the end of the caudal fin rays when compressed dorso-ventrally (Anderson &

Gutreuter, 1983). Consequently, the total length and weight of the specimen was measured carefully. Additionally, some morphometric characters (according to Figure 3) were measured, and some meristic characters were determined.



**Figure 3.** Morphometric measurements of the white seabream (Abbreviations: TL – total length, FL – fork length, SL – standard length, HL – head length, PrOD – preorbital distance, ED – eye diameter, POD – postorbital distance, PrPD – prepectoral distance, DFBL – dorsal fin base length, PFBL – pectoral fin base length, AFBL – anal fin base length, CPL – caudal peduncle length, BDm – minimum body depth, BDx – maximum body depth)

## RESULTS

Captured white seabream was 40.5 cm in total length (TL) and 1000.00 g in total weight (TW) (Figure 4). Some morphometric and meristic characters are presented in Table 1. The comparison of the previous maximum length and weight values for *Diplodus sargus* in the Mediterranean Basin is given in Table 2.



**Figure 4.** The white seabream with 40.5 cm TL and 1000.00 g TW

**Table 1.** Some morphometric and meristic characters of the *Diplodus sargus* specimen discussed in this study

Morphometric Characters	Value
Weight (g)	1000.0
TL (mm)	405.0
FL (mm)	372.6
SL (mm)	342.0
BDm (mm)	33.7
BDx (mm)	158.9
HL (mm)	76.0
PrOD (mm)	26.7
ED (mm)	13.7
POD (mm)	35.6
PrPD (mm)	99.0
DFBL (mm)	169.3
PFBL (mm)	128.9
AFBL (mm)	57.6
CPL (mm)	40.4
Meristic Characters	
Dorsal fin rays	XI - 12
Anal fin rays	III - 11
Pectoral fin rays	13
Lateral line scales	63

## DISCUSSION

Size structure and maximum size of individuals within fish populations are influenced by several abiotic, biotic, and anthropogenic factors (VanderBloemen et al., 2020). If a fish population in any ecosystem is exposed to overfishing, fish sizes will gradually be smaller over time. Therefore, individuals who are not subjected to overfishing could reach such a length (Filiz, 2011). However, the factors affecting growth could state as nutrient availability, feeding, light regime, oxygen, salinity, temperature, pollutants, current speed, nutrient concentration, predator density, intra-specific social interactions and genetics (Helfman et al., 2009; Acarli et al., 2018). It follows from these comments that the regional differences in maximum length and weight depend on the ecological conditions and overfishing pressure.

In the Mediterranean Basin, the maximum length and weight values have been reported to be 42 cm (TL) and 1700.00 g (TW) by Man-Wai & Quignard (1984) in the Gulf of Lion. The Mediterranean Sea is considered to be one of the most impoverished marine regions (Mazzocchi et al., 1997). Within the Mediterranean Sea, there exists a west-east gradient (Krom et al., 1991; Dolan et al., 1999; Turley et al., 2000): the Eastern Mediterranean has been identified as one of the most oligotrophic areas of the world (Azov, 1986; Souvermezoglou et al., 1992; Krom et al., 1993; Zohary & Robarts, 1998). The Aegean Sea is a

**Table 2.** The comparison of the previous maximum length and weight values for *Diplodus sargus* in the Mediterranean Basin

Authors	Area	N	L <sub>max</sub> (cm)	W <sub>max</sub> (g)
Man-Wai & Quignard (1984)*	Gulf of Lion	1684	42.0	1700.00
Gordoa & Moli (1997)	Catalan coast, North-Western Mediterranean	184	39.0	-
Moutopoulos & Stergiou (2002)	Cyclades, Greece	19	32.3	-
Karakulak et al. (2006)	Gökceada Island, Turkey	2	15.3	56.20
Ceyhan et al. (2009)	Gökova Bay, Turkey	33	32.3	-
Gürkan et al. (2010)	Candarlı Bay, Turkey	22	4.4	1.09
Mahmoud et al. (2010)	Abu Qir Bay, Egypt	-	27.5	-
Bilge et al. (2014)	Southern Aegean, Turkey	83	27.3	-
Altın et al. (2015)	Gökceada Island, Turkey	530	23.1	222.00
Balık & Emre (2016)	Beymelek Lagoon, Turkey	355	28.7	481.00
Al-Beak et al. (2017)	East of North Sinai, Egypt	991	38.0	840.00
Kara et al. (2017)	Gediz Estuary, Turkey	73	12.3	31.90
This study**	Saros Bay, Turkey	1	40.5	1000.00

**Note:** \* maximum length and weight values for the Mediterranean Basin.

\*\* maximum length and weight values for the Aegean Sea and the other Turkish coasts, however, it is second largest record for the Mediterranean Basin.

distinct sub-system of the Eastern Mediterranean Sea due to its geographical position between the Black Sea and the other seas of the eastern basin (Ionian & Levantine Seas) (Siokou-Frangou et al., 2002). The Aegean Sea has a complex topography (Olson et al., 2007), and it displays considerable physiochemical variations between north and south (Zervakis & Georgopoulos, 2002). The nutrient concentrations, plankton and benthos abundance, as well as fish catch densities, have been found higher in the North-Northwest

Aegean Sea than in the South-Southeast Aegean Sea (Stergiou et al., 1997). Furthermore, the Black Sea surface outflow in the Northeast Aegean Sea has been found to be enriched in dissolved organic carbon and dissolved organic nitrogen (Polat & Tuğrul, 1996). Therefore, the South Aegean Sea has been recently characterised as one of the most oligotrophic areas of the Mediterranean Sea (Ignatiades, 1998; Gotsis-Skretas et al., 1999; Van Wambeke et al., 2000; Psarra et al., 2000).



## CONCLUSION

In broad terms, the information of maximum length, weight, age, growth and weight-length relationships are required to estimate the population parameters as asymptotic length and growth coefficient of fish, which is essential for fisheries resource planning and management (De la Cruz-Agüero et al., 2010). For these reasons, this information is constantly updated both in Turkey [(*Pagellus bogaraveo*, (Paruğ & Cengiz, 2020), *Alectis alexandrina*, (Akyol & Çoker, 2019); *Argyrosomus regius* (Tokaç et al., 2017); *Belone belone* (Acarli et al., 2018); *Boops boops* (Ceyhan et al., 2018); *Chelidonichthys lucerna* (Akyol, 2013; Hasimoğlu et al., 2016; Özdemir et al., 2019); *Diplodus annularis* (Cengiz et al., 2019b); *Diplodus puntazzo* (Aydın, 2019; Cengiz, 2019a); *Diplodus vulgaris* (Cengiz et al., 2019c); *Gonostoma denudatum* (Ayas et al., 2020); *Fistularia commersonii* (Koç et al., 2019); *Lithognathus mormyrus* (Aydın, 2018a; Cengiz, 2019b); (*Mullus barbatus* (Filiz, 2011); *Mullus surmuletus* (Cengiz, 2019c); *Oblada melanura* (Akyol et al., 2014; Cengiz, 2020a); *Phycis phycis* (Filiz & Sevingel, 2014); *Pomatomus saltatrix* (Cengiz, 2014; Bal et al., 2018); *Sardina pilchardus* (Cengiz & Sepil, 2018); *Sciaena umbra* (Cengiz et al., 2019d); *Symphodus melops* (Aydın, 2020); *Solea solea* (Cengiz, 2018a); *Sparisoma cretense* (Filiz & Sevingel, 2015); *Sparus aurata* (Aydın, 2018b; Cengiz, 2018b); *Spicara maena* (Cengiz, 2020b); *Spondylisoma cantharus* (Cengiz, 2018c); *Stephanolepis diaspros* (Akyol et al., 2018);

*Umbrina cirrosa* (Cengiz & Paruđ, 2021)] and in the World [(*Anguilla anguilla* (Tutman et al., 2007); *Ariopsis gilberti*, *Ariopsis guatemalensis*, *Cathorops liropus*, *Cathorops raredonae* (Palacios-Salgado et al., 2018); *Bagarius yarrelli* (Hossain, 2010); *Balistes capriscus* (Dulčić & Soldo, 2005); *Belone belone* (Dulčić & Soldo, 2006); *Corica soborna*, *Mystus bleekeri* (Hossain et al., 2017); *Esox masquinongy* (VanderBloemen et al., 2020); *Mobula cf. hypostoma* (Ehemann et al., 2017); *Macrohamphosus scolopax* (Borges, 2001); *Notarius troschellii* (De la Cruz-Agüero et al., 2010); *Scardinius erythrophthalmus* (Šprem et al., 2010); *Scardinius dergle*, *Scardinius hesperidicus* (Valić et al., 2013); *Scomber colias*, *Scomber scombrus* (Navarro et al., 2012)]. Consequently, this paper provides new data on the maximum observed length of *Diplodus sargus* for the Aegean Sea and the other Turkish coasts, and the second-largest length for Mediterranean Basin. The information presented here may be used to compare the similar parameters in ongoing fishery studies all over the world by providing scientific support to the fisheries scientists.

## Compliance with Ethical Standards

### Authors' Contributions

Both authors have contributed equally to this paper. Both authors have read and approved the final version of the manuscript.

### Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

## Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Abecasis, D., Bentes, L., Coelho, R., Correia, C., Lino, P. G., Monteiro, P., Gonçalves, J. M. S., Ribeiro, J., & Erzini, K. (2008). Ageing sea breams: A comparative study between scales and otoliths. *Fisheries Research*, 89, 37-48. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.08.013>
- Acarli, D., Kale, S., & Çakır, K. (2018). A new maximum length for the garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1761) in the Coast of Gökçeada Island (Aegean Sea, Turkey). *Cahiers de Biologie Marine*, 59(4), 385-389. <https://doi.org/10.21411/CBM.A.55A28635>
- De la Cruz-Agüero, J., Cota-Gómez, V., & Nieto-Navarro, J. (2010). New maximum size record for the chili sea catfish *Notarius troschellii* (Siluriformes: Ariidae) from the Tropical Eastern Pacific. *Marine Biodiversity Records*, 3, e107. <https://doi.org/10.1017/S1755267210000916>
- Akyol, O. (2013). New maximum length of tub gurnard, *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Triglidae) in the Southern Aegean Sea, Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 19(1), 138-142.
- Akyol, O., Kara, A., & Sağlam, C. (2014). Maximum size of saddled bream, *Oblada melanura* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Sparidae), in the southern Aegean Sea, Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 20(3), 270-273.
- Akyol, O., Ceyhan, T., Özgül, A., & Ertosluk, O. (2018). Maximum size of reticulated leatherjacket, *Stephanolepis diaspros* Fraser-Brunner, 1940 (Tetraodontiformes: Monacanthidae), for the Turkish Seas. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 24(2), 149-156.
- Akyol, O., & Çoker, T. (2019). Maximum size of female alexandria pompano *Alectis alexandrina* (Carangidae) in the Aegean Sea. *COMU Journal of Marine Science and Fisheries*, 2(2), 142-146.
- Al-Beak, A. M., Ghoneim, S. I., El-Dakar, A. Y., Salem, M., & El-Aiatt, A. A. (2017). Fisheries Management of *Diplodus sargus* in the East of North Sinai. *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 6(2), 00150. <https://doi.org/10.15406/jamb.2017.06.00150>
- Altın, A., Ayyıldız, H., Kale, S., & Alver, C. (2015). Length-weight relationships of forty-nine fish species from shallow waters of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39(5), 971-975. <https://doi.org/10.3906/zoo-1412-15>
- Anderson, R. O., & Gutreuter, S. J. (1983). Length, weight, and associated structural indices. In: Nielsen, L., Johnson D. (eds.), *Fisheries techniques*, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. pp. 283-300.
- Ayas, D., Akbora, H. D., & Ergüden, D. (2020). Maximum length report of *Gonostoma denudatum* Rafinesque, 1810 in the Eastern Mediterranean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2), 83-86. <https://doi.org/10.33714/masteb.690826>
- Aydın, M. (2018a). The new maximum length of the striped sea bream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) in the Black Sea Region. *Aquatic Sciences and Engineering*, 33(2), 50-52. <https://doi.org/10.18864/ase201808>
- Aydın, M. (2018b). Maximum length and age report of *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 34(4), 964-966. <https://doi.org/10.1111/jai.13615>
- Aydın, M. (2019). Maximum length and weight of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo* Walbaum, 1792) for Black Sea and East Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 5(2), 127-132.
- Aydın, M. (2020). First report of *Symphodus melops* (Linnaeus, 1758) with maximum length in the Black Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(2), 125-129. <https://doi.org/10.33714/masteb.741985>

- Azov, Y. (1986). Seasonal patterns of phytoplankton productivity and abundance in nearshore oligotrophic waters of the Levant Basin (Mediterranean). *Journal of Plankton Research*, 8, 41-53.
- Bal, H., Yanik, T., & Türker, D. (2019). A study on morphometric characteristics of otolith for a new maximum length record of the bluefish (*Pomatomus saltatrix*, Linnaeus 1766) in the Sea of Marmara. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 24(3), 281-287.
- Balık, İ., & Emre, Y. (2016). Population structure, length-weight relationship and growth of white seabream, *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758), in Beymelek Lagoon, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 32, 602-605.
- Benchalel, W., & Kara, M. H. (2010). Biométrie et dimorphisme sexuel du sar commun *Diplodus sargus sargus* des côtes de l'Est algérien. *Bulletin de la Société zoologique de France*, 135, 149-162.
- Benchalel, W., Derbal, F., & Kara, M. H. (2010). Régime alimentaire du sar commun *Diplodus sargus sargus* (Sparidae) des côtes de l'est algérien. *Cybium*, 34, 231-242.
- Benchalel, W., & Kara, M. H. (2012). Age and growth and reproduction of the white seabream *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758) off the eastern coast of Algeria. *Journal of Applied Ichthyology*, 29, 64-70.
- Bilge, G., Yapıcı, S., Filiz, H., & Cerim, H. (2014). Weight-length relations for 103 fish species from the southern Aegean Sea, Turkey. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 44(44), 263-269. <https://doi.org/10.3750/AIP2014.44.3.11>
- Borges, L. (2001). A new maximum length for the snipefish, *Macroramphosus scolopax*. *Cybium*, 25, 191-192.
- Cengiz, Ö., İşmen, A., Özekinci, U., & Öztekin, A. (2011). An investigation on fish fauna of Saros Bay (Northern Aegean Sea). *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences*, 11(1), 31-37.
- Cengiz, Ö., Özekinci, U., İşmen, A., & Öztekin, A. (2013). Age and growth of the four-spotted megrim (*Lepidorhombus boscii* Risso, 1810) from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Mediterranean Marine Sciences*, 14(1), 36-44. <https://doi.org/10.12681/mms.328>
- Cengiz, Ö. (2014). A new maximum length record of the bluefish (*Pomatomus saltatrix* Linnaeus, 1766) for Turkey Seas. *Bitlis Eren University Journal of Science*, 3(1), 113-116. <https://doi.org/10.17798/beufen.12734>
- Cengiz, Ö. (2018a). Weight-length relationship with maximum size record of the common sole (*Solea solea* Linnaeus, 1758) in the Aegean Sea. In: N. Yarpuz Bozdoğan, E. Dönmez, & U. Çoşgun (Eds.), *Innovative approaches in agriculture, forestry and aquaculture sciences* (pp. 7-15). Gece Publishing.
- Cengiz, Ö. (2018b). Second maximum length record of gilthead seabream (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758) for Aegean coasts of Turkey. *Proceedings of the International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology*, Ankara, Turkey. pp. 74-77.
- Cengiz, Ö. (2018c). Türkiye denizleri için iskatarı balığı'nın (*Spondyliosoma cantharus* Linnaeus, 1758) maksimum boy kaydı. *Proceedings of the International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology*, Ankara, Turkey. pp. 134.
- Cengiz, Ö., & Sepil, A. (2018). Maximum length for the European sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) in Northern Aegean Coasts of Turkey. *Proceedings of the 1. International Agricultural Science Congress*. Van, Turkey, pp. 138.
- Cengiz, Ö. (2019a). Maximum size record of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo* Walbaum, 1792) for Saros Bay, Northern Aegean Sea. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2), 55-57. <https://doi.org/10.33714/masteb.596481>
- Cengiz, Ö. (2019b). Weight-length relationships with maximum length record of striped sea bream (*Lithognathus mormyrus* Linnaeus, 1758) for Turkish Seas. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Science*, 29(3), 382-387. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.556844>
- Cengiz, Ö. (2019c). Maximum size record of striped red mullet (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) for Turkish Seas. *Selçuk University Journal of Science Faculty*, 45(1), 32-38.

- Cengiz, Ö., Paruğ, ř. ř., & Kızılkaya, B. (2019a). Weight-length relationship and reproduction of bogue (*Boops boops* Linnaeus, 1758) in Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 22(4), 577-582. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.516700>
- Cengiz, Ö., Kızılkaya, B., & Paruğ, ř. ř. (2019b). Growth characteristics of annular seabream (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) for Turkish waters. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 22(5), 817-822. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.525929>
- Cengiz, Ö., Paruğ, ř. ř., & Kızılkaya, B. (2019c). Maximum length record of common two-banded seabream (*Diplodus vulgaris* Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) for Aegean Sea with Turkish waters. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34(2), 160-163. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.638974>
- Cengiz, Ö., Kızılkaya, B. & Paruğ, ř. ř. (2019d). Maximum size record of brown meagre (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) for Aegean Sea. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 22(4), 659-663. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.515704>
- Cengiz, Ö. (2020a). A study on maximum length record of saddled seabream (*Oblada melanura* Linnaeus, 1758) caught off Gökçeada Island (Northern Aegean Sea, Turkey). *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1), 58-61. <https://doi.org/10.33714/masteb.691478>
- Cengiz, Ö. (2020b). An observation about maximum size record of blotched picarel (*Spicara maena* Linnaeus, 1758) from Northern Aegean coasts of Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 9(1), 71-74. <https://doi.org/10.33714/masteb.678829>
- Cengiz, Ö., & Paruğ, ř. ř. (2021). A new maximum size record of the shi drum (*Umbrina cirrosa* Linnaeus, 1758) for Aegean Sea. *Brazilian Journal of Biology*, <https://doi.org/10.1590/1519-6984.231643> (In press).
- Ceyhan, T., Akyol, O., & Erdem, M. (2009). Length-weight relationships of fishes from Gökova Bay, Turkey (Aegean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, 33(1), 69-72. <https://doi.org/10.3906/zoo-0802-9>
- Ceyhan, T., Ertosluk, O., Akyol, O., & Özgül, A. (2018). The maximum size of bogue, *Boops boops* (Perciformes: Sparidae) for the Mediterranean. *Acta Aquatica Turcica*, 14(4), 399-403. <https://doi.org/10.22392/egirdir.463612>
- Dolan, J. R., Vidussi, F., & Claustre, H. (1999). Planktonic ciliates in the Mediterranean Sea: longitudinal trends. *Deep Sea Research Part I Oceanographic Research Papers*, 46(12), 2025-2039.
- Dulčić, J., & Soldo, A. (2005). A new maximum length for the grey triggerfish, *Balistes capricus* Gmelin, 1789 (Pisces: Balistidae) from the Adriatic Sea. *Institute of Oceanography and Fisheries-Split Croatia*, 88, 1-7.
- Dulčić, J., & Soldo, A. (2006). A new maximum length for the garpike *Belone belone* (Belonidae). *Cybiurn*, 30(4), 382.
- Ehemann, N. R., González-González, L. V., & Trites, A. (2017). Lesser devil rays *Mobula* cf. *hypostoma* from Venezuela are almost twice their previously reported maximum size and may be a new sub-species. *Journal of Fish Biology*, 90, 1142-1148. <https://doi.org/10.1111/jfb.13252>
- Eronat, C., & Sayın, E. (2014). Temporal evolution of the water characteristics in the bays along the eastern coast of the Aegean Sea: Saros, İzmir, and Gökova bays. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 23, 53-66. <https://doi.org/10.3906/yer-1307-4>
- Filiz, H. (2011). A new maximum length for the Red Mullet, *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758. *BIBAD - Research Journal of Biological Sciences*, 4(2), 131-135.
- Filiz, H., & Sevingel, N. (2014). A new maximum length for the forkbeard, *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766) in the Mediterranean Sea. *The Black Sea Journal of Sciences*, 4(11), 43-48.

- Filiz, H., & Sevingel, N. (2015). A new maximum length for the parrotfish, *Sparisoma cretense* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1(3), 140-143. <https://doi.org/10.3153/JAEFR15015>
- Fischer, M. L., Bauchot, M. L., & Schneider, M. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la peches, Vol. II, Mediterranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Rome: Commission des Communautés Européennes and FAO.
- Fishbase, (2020). *Diplodus sargus* (Linnaeus, 1758) – White seabream. Retrieved on October 15, 2020 from <https://www.fishbase.se/summary/Diplodus-sargus+sargus.html>
- Freedman, J. A., & Noakes, D. L. G. (2002). Why are there no really big bony fishes? A point-of-view on maximum body size in teleosts and elasmobranches. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 12, 403-416. <https://doi.org/10.1023/A:1025365210414>
- Froese, R., & Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity, and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 758-773. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x>
- Girardin, M. (1978). Les Sparidae (Pisces, Teleostei) du Golfe du lion- Ecologie et Biogeographie. Universite des Sciences Techniques du Languedoc, Laboratoire D' Ichthyologie et de Parasitologie Generale, Montpellier, Diplome D'Estudes Approfondies D' Ecologie Generale et Apliquee- Option Ecolo-gie Aquatique, 146 pp.
- Gonçalves, J. M. S. (2000). Biologica Pesqueirae Dinamica Populacionalde *Diplodus vulgaris* (Geoffr) e *Spondylio soma cantharus* (L) (Pisces, Sparidae) na costa Sudoeste de Portugal. Universdado do Algarve, UCTRA, Faro, Ph.D. Thesis, 369 pp.
- Gordoa, A., & Moli, B. (1997). Age and growth of the sparids *D. vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the North Western Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 33, 123-129.
- Gotsis-Skretas, O., Pagou, K., Moraitou-Apostolopoulou, M. & Ignatiades, L. (1999). Seasonal, horizontal and vertical variability in primary production and standing stocks of phytoplankton and zooplankton in the Cretan Sea and the Straits of the Cretan Arc (March 1994-January 1995). *Progress in Oceanography*, 44, 625-649.
- Gürkan, Ş., Bayhan, B., Akcınar, S. C., & Taskavak, E. (2010). Length-weight relationship of fish from shallow waters of Candarli Bay (North Aegean Sea, Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, 42(4), 495-498.
- Harmelin, V. M. L., Harmelin, J. G., & Leboulleux, V. (1995). Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes Mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 300(301), 309-320.
- Hasimoğlu, A., Ak, O., Kasapoğlu, N., & Atılgan, E. (2016). New maximum length report of *Chelidonichthys lucerna* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea, Turkey. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 22(2), 149-154.
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., & Bowen, B. W. (2009). The diversity of fishes: Biology, evolution, and ecology. Wiley-Blackwell: West Sussex, UK. 720 pp.
- Hossain, M. Y. (2010). New maximum size record for the goonch *Bagarius yarrelli* (Sykes, 1839) (Siluriformes: Sisoridae) from the Ganges River. *Sains Malaysiana*, 39(2), 157-159.
- Hossain, M. Y., Hossen, M. A., Nawar, F., Khatun, D., Pramanik, M. N. U., Parvin, M. F., & Yahya, K. (2017). New maximum size records and length-weight relationships for two species. *Corica soborna* (Hamilton, 1822) and *Mystus bleekeri* (Day, 1877) from the Ganges River (NW Bangladesh). *Journal of Applied Ichthyology*, 33(3), 661-662. <https://doi.org/10.1111/jai.13342>

- Jennings, S., & Dulvy, N. K. (2005). Reference points and reference directions for size based indicators of community structure. *ICES Journal of Marine Sciences*, 67, 397-404.
- Ignatiades, L. (1998). The productive and optical status of the oligotrophic waters of the Southern Aegean Sea (Cretan Sea), Eastern Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 20(5), 985-995.
- Kara, A., Sağlam, C., Acarlı, D., & Cengiz, Ö. (2017). Length-weight relationships for 48 fish species of the Gediz Estuary, in İzmir Bay (Central Aegean Sea, Turkey). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(4), 879-884. <https://doi.org/10.1017/S0025315416001879>
- Karakulak, F. S., Erk, H., & Bilgin, B. (2006). Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the Northern Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 274-278. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00736.x>
- Koç, H. T., Erdoğan, Z., & Can, S. (2019). The new maximum length of the invasive lessepsian fish, bluespotted cornetfish *Fistularia commersonii* (Syngnathiformes: Fistulariidae) in the Eastern Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 4(Supplement 3), 1-9.
- Krom, M. D., Kress, N., Brenner, S., & Gordon, S. (1991). Phosphorus limitation of primary productivity in the eastern Mediterranean Sea. *Limnology and Oceanography* 36, 24-432.
- Krom, M. D., Brenner, S., Kress, N., Neori, A. & Gordon, I. L. (1993). Nutrient distribution during an annual cycle across a warm-core eddy from the E. Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 40, 805-825.
- Lanfant, J. (2003). Demographic and genetic structure of white seabream populations (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1958) inside and outside a Mediterranean reserve. *Comptes Rendus Biologies*, 326(8), 751-760.
- Legendre, M., & Albaret, J. J. (1991). Maximum observed length as an indicator of growth rate in tropical fishes. *Aquaculture*, 94, 327-341.
- Macpherson, E., Biagi, F., Francour, P., Garcia, R. A., Harmelin, J., Harmelin, V. M., Jouvenel, J. Y., Planes, S., Vigliola, L., & Tunesi, L. (1997). Mortality of juvenile fishes of the Genus *Diplodus* in protected and unprotected areas in the Western Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 160, 135-147.
- Macpherson, E. (1998). Ontogenetic shifts in habitat use and aggregation in juvenile sparid fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 220(1), 127-150.
- Mahmoud, H. M., Osman, A. M., Ezzat, A. A., & Saleh, A. M. (2010). Fisheries biology and management of *Diplodus sargus sargus* (Linnaeus, 1758) in Abu Qir Bay, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 36(1), 123-131.
- Man-Wai, R. (1985). Les sars du golfe du Lion, *Diplodus sargus*, *D. vulgaris*, *D. annularis* (Pisces, Sparidae). Ecobiologie- Pêche. Thèse Docteur, Université des sciences et Techniques du Languedoc, pp. 361.
- Man-Wai, R., & Quignard, J. P. (1984). The seabream *Diplodus sargus* (Linne 1758) in Gulf of Lion: Growth of the seabream and characteristics of landings from the commercial fishing grounds of Sete and Grau-du- Roi. *Revue Des Travaux De l'Institut Des Pêches Maritimes*, 46(3), 173-194.
- Mariani, S. (2001). Cleaning behaviour in *Diplodus* spp.: Chance or choice? A hint for future investigations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81(4), 715-716. <https://doi.org/10.1017/S0025315401004490>
- Mazzocchi, M. G., Christou, E., Fragopoulou, N., & Siokou-Frangou, I. (1997). Mesozooplankton distribution from Sicily to Cyprus (Eastern Mediterranean): I. General aspects. *Oceanologica Acta*, 20(3), 521-535.
- Morato, T., Afonso, P., Lourinho, P., Nash, R. D. M., & Santos, R. S. (2003). Reproductive biology and recruitment of the white seabream in the Azores. *Journal of Fish Biology*, 63(1), 59-72. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00129.x>

- Mouine, N., Francour, P., Ktari, M. H., & Chakroun-Marzouk, N. (2007). The reproductive biology of *Diplodus sargus sargus* in the Gulf of Tunis (central Mediterranean). *Scientia Marina*, 71(3), 461-469.
- Moutopoulos, D. K., & Stergiou, K. I. (2002). Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 18(3), 200-203. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0426.2002.00281.x>
- Navarro, M. R., Villamor, B., Myklevoll, S., Gil, J., Abaunza, P. & Canoura, J. (2012). Maximum size of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) and Atlantic chub mackerel (*Scomber colias*) in the Northeast Atlantic. *Cybium*, 36(2), 406-408.
- Olson, D. B., Kourafalou, V.H., Johns, W.E., Samuels, G., & Veneziani, M. (2007). Aegean surface circulation from a satellite-tracked drifter array. *Journal of Physical Oceanography*, 37(7), 1898-1917. <https://doi.org/10.1175/JPO3028.1>
- Özdemir, S., Özsandıkçı, U., & Büyükdeveci, F. (2019). A new maximum length with length-weight relationship of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus, 1758) from Central Black Sea Coasts of Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 8(2), 85-91. <https://doi.org/10.33714/masteb.641702>
- Palacios-Salgado, D. S., Flores-Ortega, J. R., & Zavala-Leal, O. I. (2018). Length-weight relationship for sea catfishes (Siluriformes: Ariidae) from the southeastern Gulf of California with new records on maximum length. *Journal of Applied Ichthyology*, 34, 700-702. <https://doi.org/10.1111/jai.13511>
- Paruğ, Ş., & Cengiz, Ö. (2020). The maximum length record of the blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo* Brünnich, 1768) for the entire Aegean Sea and Turkish territorial waters. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(10), 2125-2130. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i10.2125-2130.3597>
- Peters, R. H. (1983). *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press.
- Planes, S., Macpherson, E., Biagi, F., García-Rubies, A., Harmelin, J., Harmelin-Vivien, M., Jouvenel, J. Y., Tunesi, L., Vigliola, L., & Galzin, R. (1999). Spatio-temporal variability in growth of juvenile sparid fishes in the Mediterranean infralittoral zone. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79(1), 137-143. <https://doi.org/10.1017/S0025315498000150>
- Polat, Ç., & Tuğrul, S. (1996). Chemical exchange between the Mediterranean and Black Sea via the Turkish Straits. In: Briand, F. (Ed.), *Dynamics of Mediterranean Straits and Channels* (pp. 167-186). Bulletin de l'Institut Oceanographique, Monaco, Special No. 17, CIESME Science Series.
- Pope, K. L., Wilde, G. R., & Bauer, D. L. (2005). Maximum size of fish caught with standard gears and recreational angling. *Fisheries Research*, 76(1), 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.05.013>
- Psarra, S., Tselepidis, A., & Ingnatiades, L. (2000). Primary productivity in the oligotrophic Aegean Sea (NE Mediterranean): Seasonal and interannual variability. *Progress in Oceanography*, 46(2-4), 187-204. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(00\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00018-5)
- Rosecchi, E. (1987). Alimentation de *Diplodus annularis*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris* et *Sparus aurata* (Pisces, Sparidae) dans le golfe de Lion et les lagunes littorales. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 49(3-4), 125-141.
- Quignard, J. P., & Man-Wai, R. (1983). Relations taille-poids et coefficient de condition de *Diplodus sargus* 0+ et 0++ de deux étangs palavasiens: Prévost et Maugio. *Cybium*, 7, 31-41.
- Sala, E., & Ballesteros, E. (1997). Partitioning of space and food resources by three fish of the genus *Diplodus* (Sparidae) in a Mediterranean rocky infralittoral ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 152(1), 273-283.
- Sarı, E., & Çağatay, M. N. (2001). Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International*, 26(3), 169-173.

- Siokou-Frangou, I., Bianchi, M., Christaki, U., Christou, E. D., Giannakourou, A., Gotsis, O., Ignatiades, L., Pagou, K., Pitta, P., Psarra, S., Souvermezoglou, E., Van Wambeke, F., & Zervakis, Z. (2002). Carbon flow in the planktonic food web along a gradient of oligotrophy in the Aegean Sea (Mediterranean Sea). *Journal of Marine Systems*, 33-34, 335-353.
- Souvermezoglou, E., Hatzigeorgiou, E., Pampidis, I., & Siapsali, K. (1992). Distribution and seasonal variability of nutrients and dissolved oxygen in the northeastern Ionian Sea. *Oceanologica Acta*, 15(6), 585-594.
- Stergiou, K. I., Christou, E. D., Georgopoulos, D., Zenetos, A., & Souvermezoglou, A. (1997). The Hellenic Seas: Physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 35, 415-538.
- Šprem, N., Matulić, D., Treer, T., & Aničić, I. (2010). A new maximum length and weight for *Scardinius erythrophthalmus*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(4), 618-619. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2010.01391.x>
- Quinn II, T. J., & Deriso, R. B. (1999). *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press.
- Tokaç, A., Akyol, O., Tosunoğlu, Z., Aydın, C., & Kaykaç, H. (2017). Occurrence of a huge meagre, *Argyrosomus regius* in İzmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 3(2), 63-66.
- Turley, C. M., Bianchi, M., Christaki, U., Conan, P., Harris, J. R. W., Psarra, S., Ruddy, G., Stutt, E. D., Tselepidis, A., & Van Wambeke, F. (2000). The relationship between primary producers and bacteria in an oligotrophic sea - The Mediterranean and biogeochemical implications. *Marine Ecology Progress Series*, 193, 11-18. <https://doi.org/10.3354/meps193011>
- Tutman, P., Glamuzina, B., Bartulović, V., & Dulčić, J. (2007). A new maximum length for *Anguilla anguilla* (Anguillidae). *Cybium*, 31(4), 485-486.
- Valić, D., Vardić Smrzlić, I., Kapetanović, D., Teskeredžić, Z., Pleše, B., & Teskeredžić, E. (2013). Identification, phylogenetic relationships and a new maximum size of two rudd populations (*Scardinius*, Cyprinidae) from the Adriatic Sea drainage, Croatia. *Biologia*, 68: 539-545. <https://doi.org/10.2478/s11756-013-0179-1>
- VanderBloemen, S. N., Gorne, J. A., Sass, G. G., & Shaw, S. L. (2020). Influence of cisco (*Coregonus artedii*, Lesueur) on muskellunge (*Esox masquinongy*, Mitchill) mean length, population size structure, and maximum size in northern Wisconsin lakes. *Journal of Applied Ichthyology*, 36(2), 159-167. <https://doi.org/10.1111/jai.13997>
- Vander Veer, H. W., Kooijman, S. A. L. M., & Van der Meer, J. (2003). Body size scaling relationships in flatfish as predicted by Dynamic Energy Budgets (DEB theory): Implications for recruitment. *Journal of Sea Research*, 50(2-3), 257-272. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2003.05.001>
- Van Wambeke, F., Christaki, U., Bianchi, M., Psarra, S., & Tselepidis, A. (2000). Heterotrophic bacterial production in the Cretan Sea (NE Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 46(2-4), 205-216. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(00\)00019-7](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00019-7)
- Vigliola, L., & Harmelin-Vivien, M. L. (2001). Post-settlement ontogeny in three Mediterranean reef fish species of the genus *Diplodus*. *Bulletin of Marine Science*, 68(2), 271-286.
- Wassef, E. (1985). Comparative biological studies of four *Diplodus* species (Pisces, Sparidae). *Cybium*, 9(2), 203-215.
- Zervakis, V., & Georgopoulos, D. (2002). Hydrology and circulation in the North Aegean (eastern Mediterranean) throughout 1997 and 1998. *Mediterranean Marine Science*, 3(1), 5-19.
- Zohary, T., & Robarts, R. D. (1998). Experimental study of microbial P limitation in the eastern Mediterranean. *Limnology and Oceanography*, 43(3), 387-395. <https://doi.org/10.4319/lo.1998.43.3.0387>





## Mass Mortality Report of Critically Endangered Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) from Cunda Island, Ayvalık (Aegean Sea, Turkey)

Deniz Acarlı<sup>1</sup> • Sefa Acarlı<sup>2</sup> • Ahmet Öktener<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Gökçeada School of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology, Çanakkale, Turkey, denizacarli@comu.edu.tr

<sup>2</sup> Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, Department of Aquaculture, Çanakkale, Turkey, sefaacarli@comu.edu.tr

<sup>3</sup> Bandırma Sheep Research Institute, Department of Fisheries, Çanakkale Street 7km, 10200, Bandırma, Balıkesir, Turkey, ahmet.oktener@tarimorman.gov.tr

✉ Corresponding Author: sefaacarli@comu.edu.tr

### Please cite this paper as follows:

Acarlı, D., Acarlı, S., Öktener, A. (2020). Mass Mortality Report of Critically Endangered Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) from Cunda Island, Ayvalık (Aegean Sea, Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 1(1): 109-117.

## ARTICLE INFO



Received: 13.11.2020

Accepted: 01.12.2020

### Keywords

*Pinna nobilis*  
Critically endangered  
Mass mortality  
Length  
Cunda Island  
Aegean Sea

## ABSTRACT

Fan mussel, *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), species has been critically endangered in the Mediterranean Sea because of *Haplosporidium pinnae*. Thus, the purpose of this study was to determine the current status of the fan mussel populations at three stations (Patriça Beach, Bıyıklı Beach and Çataltepe Beach) in Cunda Island, Ayvalık, Aegean Sea. Underwater observations were carried out in July 2020. Mass mortality (100%) was observed at all stations during the study. The length of the fan mussel was ranged between 39.8 cm and 79.8 cm and no individuals were small-sized.

## INTRODUCTION

The fan mussel *Pinna nobilis* is endemic marine mollusc species in the Mediterranean

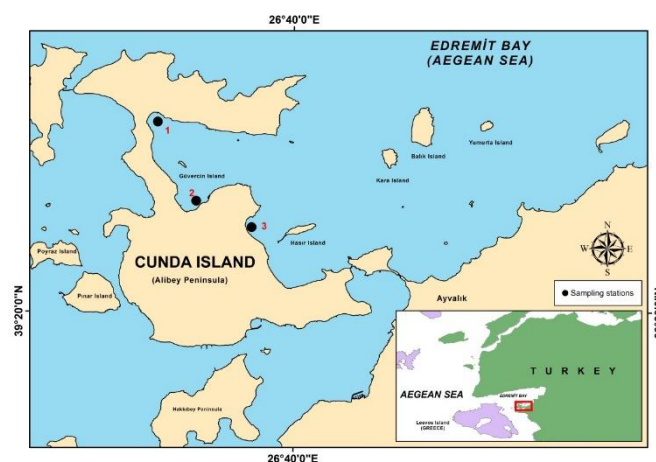
Sea. It is among the largest bivalve species and can be reach up to 1.2 m (Zavodnik et al., 1991) and common size is between 20 cm and 30 cm (Fischer et al., 1987) which lives up to 45 years

(Rouanet et al., 2015). It lives half buried in the soft bottom seafloor (sea grass meadow, mud sandy mud or gravel bottoms) and anchored by byssus (Tebble, 1966). Fan mussel can be found between 0.5 and 60 m deep (Butler et al., 1993).

Fan mussel is filter-feeding organisms which provide to improve water quality by filtration activity (Vicente et al., 2002; Natalotto et al., 2015). Moreover its hard-surface supplies potential living habitat to benthic species as annelids, ascidians, bivalves, bryozoans, cnidarians, crustaceans, echinoderms, macroalgae, gastropods, sponges (Acarli et al., 2010). However, the fan mussel populations have been seriously damaged for a long time due to recreational and commercial fishing activities for supplying food, the usage of its shell for decorative purposes, and incidental killing by trawling and anchoring. Consequently, the fan mussel is under strict protection status according to Annex IV of the Habitats Directive (Council Directive 92/43/EEC). Nowadays, *P. nobilis* population had been severely destroyed at the different area by Haplosporidium parasite, *Haplosporidium pinnae* (Vázquez-Luis et al., 2017; Panarese et al., 2019; Lottos et al., 2020; Çiżmek et al., 2020). For this reason, the status of the species has been revised from "Vulnerable" to "Critically Endangered" by the Spanish Sectorial Environmental Conference on July 17, 2017, at the national level.

Although many studies have been conducted on growth (Acarli et al., 2011a; Demirci & Acarli, 2019), spat settlement (Acarli

et al., 2011b; Kurtay et al., 2018), and gonad development (Acarli et al., 2018) of fan mussel in Turkey. But there is limited study on the determination of *P. nobilis* population (Öndes et al., 2020a; Acarli et al., 2021). The goal of the present study is to determine to the population features such as distribution, mortality rate, density and size structure of fan mussel in the Cunda Island.



**Figure 1.** Study area. 1) Patriça beach; 2) Bıyıklı beach; 3) Çataltepe beach.

## MATERIAL AND METHOD

This study was conducted in the coastal waters of Cunda Island that is also called as Alibey Island in July 2020 (Figure 1). It is located in the Ayvalık district of Balıkesir, Turkey, in the Northeastern Aegean Sea. Ayvalık Peninsula, including Cunda Island, was declared as a natural park with the decision of the Council of Ministers dated 21 April 1995, published in the Official Gazette of the Republic of Turkey with No. 22265. Three stations were determined to detect the presence of *P. nobilis* species which are Bıyıklı Beach (39°22'725" N and 26°37'487" E), Patriça Beach (39°25'592" N and 26°38'199"

E), and Çataltepe Beach (39°21'322" N and 26°36'243" E) in the coasts of Cunda Island. The depth and temperature were measured with the Oceanic Geo 2 dive computer.

The present status of the *P. nobilis* population was determined by SCUBA diving equipment. Alive and dead *P. nobilis* individuals were detected by transect and visual census methods. At the same time, an underwater video camera and an underwater camera were used during the study. All images of *P. nobilis* were analyzed to determine total shell lengths. Total shell length for individuals standing upright in the sand was calculated by equation (1) which was proposed by using the unburied length obtained from raw data provided by Acarli et al (2018).

$$a = 0.8061b + 28.61; (r^2 = 0.717) \quad (1)$$

In this equation, *a* is calculated total length, *b* is unburied shell length.

## RESULTS

Mass mortality (100%) was observed in Biyıklı Beach, Patriça Beach and Çataltepe Beach at Cunda Island. A total of 351 fan mussels was recorded at all stations during the study (Table 1). The highest number of individuals was observed at Patriça Beach. Habitat structure were determined as sandy (100%) for Biyıklı Beach, *Posidonia sp.* (70%), sandy and tragana (30%) (tragana is hard bottom of calcium carbonate) for Patriça Beach and *Posidonia sp.* (70%), rocky (20%), sandy (10%) for Çataltepe Beach (Table 2). While all individuals in Biyıklı

Beach was observed on the sand in a lying position and broken, 221 individuals in Patriça Beach were half buried in the soft bottom seafloor or in a lying position (see videos from [URL-1](#), [URL-2](#), and [URL-3](#)). In Çataltepe Beach, a total of 23 individuals was found out but only 3 individuals were determined half buried in the soft bottom seafloor (Figure 2). Length range of fan mussel in Biyıklı Beach, Patriça Beach and Çataltepe Beach were recorded between 44.6 cm and 60.0 cm, 40.2 cm and 79.8 cm, and 39.8 cm and 65.2 cm, respectively. Temperature was 26°C for Biyıklı Beach, 27°C for Patriça Beach and 26°C Çataltepe Beach during the study.

**Table 1.** Mortality rate and shell length values (minimum (min) and maximum (max)) of *Pinna nobilis* individuals measured by the underwater visual census in the Cunda Island

Station	N	Mortality rate (%)	Min-Max (cm)
Biyıklı Beach	18	100	44.6-60.0
Patriça Beach	310	100	40.2-79.8
Çataltepe Beach	23	100	39.8-65.2

## DISCUSSION

Several authors have reported mass mortality caused the main etiological agent the parasite *H. pinnae* in different areas of the Mediterranean Sea coasts in recent years (Carella et al., 2019; Cabanellas-Reboredo et al., 2019; IUCN 2020). In addition, Scarpa et al. (2020) mentioned that a multifactorial disease may be responsible for the mass mortality of *P. nobilis*. Environmental parameters temperature (above 13.5°C) and salinity (36.5-39.7 PSU) were

**Table 2.** Descriptive information about the stations

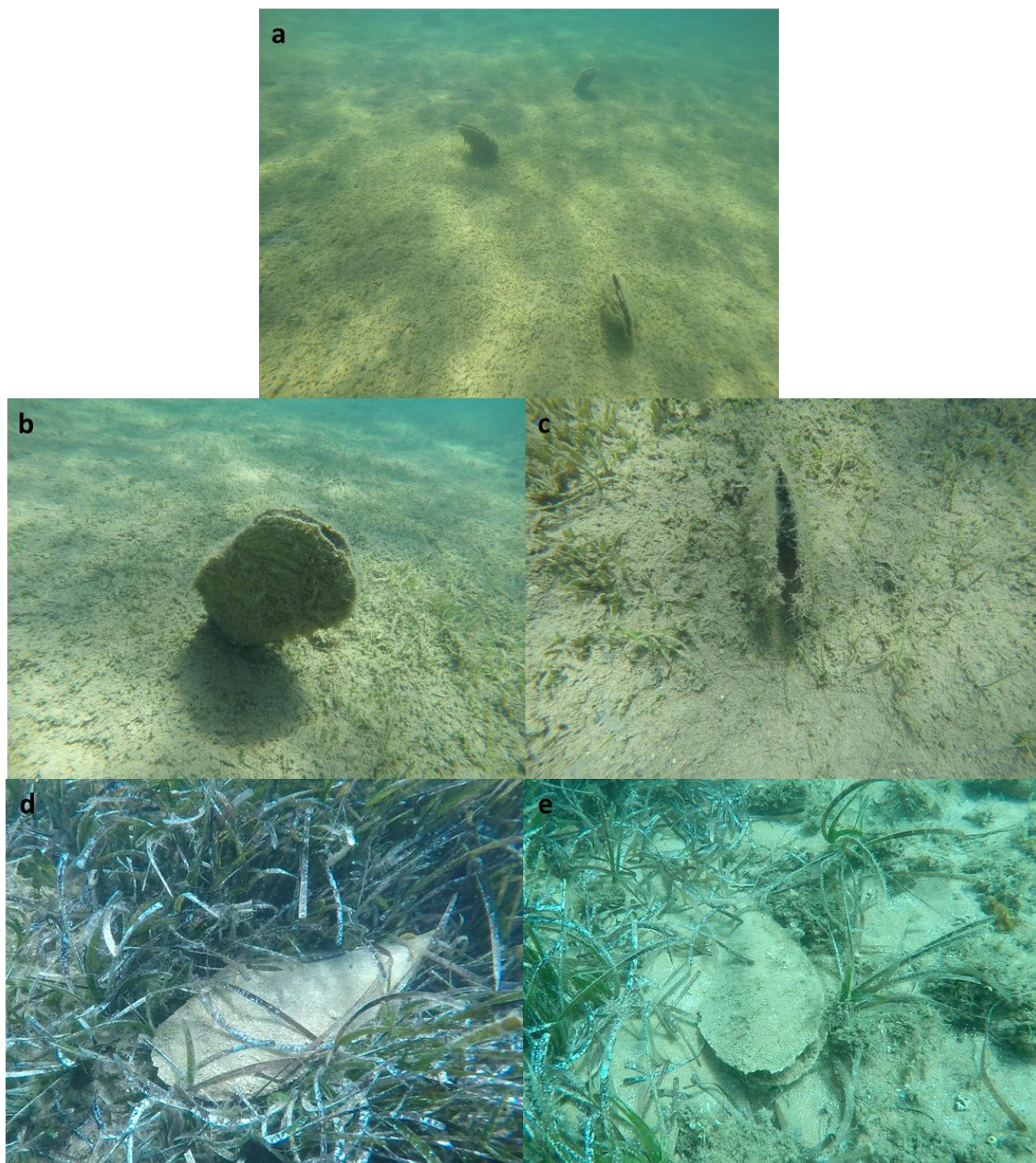
Station	N	Surveyed Area (m <sup>2</sup> )	Density (ind./100 m <sup>2</sup> )	Depth Range (m)	Habitat Structure
Bıyıklı Beach	18	3000	3	2.5-3	Sandy (100%)
Patriça Beach	310	2000	16	2-5	<i>Posidonia sp.</i> (70%), sandy + tragana (30%)
Çataltepe Beach	23	2200	1	6-8	<i>Posidonia sp.</i> (70%), rocky (20%), sandy (10%)

affected by disease expression of *P. nobilis* (Cabanellas-Reboredo et al., 2019). In the present study, we recorded temperatures between 26°C and 27°C during the underwater observations. However, the temperature was between the same ranges as in Çanakkale Strait where mortality changed from 100% to 9.62% reported by Acarlı et al. (2021). Öndes et al. (2020) also declared that 100% mortality was observed in the Aegean Sea, Turkey except for Kiyıkışlacık (75%) and Akarca station (75%). The high-temperature values together with the potential role of currents on parasite expansion might have affected this extremely high mortality rate of *P. nobilis* in the study area. In order to be able to say something about mass mortality of *P. nobilis* in the Aegean Sea in Turkey, environmental parameters such as temperature, salinity, current, dissolved oxygen, pH, etc., should be monitored for a long time and also it is necessary to determine the etiological agent.

## DISCUSSION

Several authors have reported mass mortality caused the main etiological agent the parasite *H. pinnae* in different areas of the

Mediterranean Sea coasts in recent years (Carella et al., 2019; Cabanellas-Reboredo et al., 2019; IUCN 2020). In addition, Scarpa et al. (2020) mentioned that a multifactorial disease may be responsible for the mass mortality of *P. nobilis*. Environmental parameters temperature (above 13.5°C) and salinity (36.5-39.7 PSU) were affected by disease expression of *P. nobilis* (Cabanellas-Reboredo et al., 2019). In the present study, we recorded temperatures between 26°C and 27°C during the underwater observations. However, the temperature was between the same ranges as in Çanakkale Strait where mortality changed from 100% to 9.62% reported by Acarlı et al. (2021). Öndes et al. (2020) also declared that 100% mortality was observed in the Aegean Sea, Turkey except for Kiyıkışlacık (75%) and Akarca station (75%). The high-temperature values together with the potential role of currents on parasite expansion might have affected this extremely high mortality rate of *P. nobilis* in the study area. In order to be able to say something about mass mortality of *P. nobilis* in the Aegean Sea in Turkey, environmental parameters such as temperature, salinity, current, dissolved oxygen, pH, etc., should be monitored for a long time



**Figure 2.** Underwater photography of *Pinna nobilis*. a) general view; b) and c) half buried in the soft bottom seafloor; d) and e) lying position on seafloor.

and also it is necessary to determine the etiological agent.

In this study, the total shell lengths of *P. nobilis* at all stations (mass mortality 100%) were recorded between 39.8 cm and 79.8 cm,

although small sized shells were not observed during the observations. Despite scanning has been started from the coastal zones, individuals were observed between 2 m and 8 m depth. There were no shells of young individuals that

occurred and this might be evidence for a problem in the population such as larval adhesion difficulties or reproduction anomalies before the disease reached the location. Davenport et al. (2011) reported that adult individuals of *P. nobilis* could negatively be affected on spat settlement because of their filter-feeding characteristics and thus, they ingested their planktonic larvae. A similar situation at Patriça Beach might occur. It is known that *P. nobilis* population have threatened by human activities such as habitat degradation and loss, recreational and commercial fishing, ornamental harvesting, boat anchoring, and coastal construction (Vicente & Moreteau, 1991; Richardson et al., 2004; Centoducati et al., 2007; Deudero et al., 2015). Prado et al. (2014) indicated that the absence of small sizes in the *P. nobilis* population comes from the presence of human activities that might be damage *P. nobilis* and its habitat. No dead shells were found between 0 m and 2 m in the study area. The spawning period of *P. nobilis* was the summer months, mainly in July (Acarlı et al., 2018) and its spat attachment was observed in August (Acarlı et al., 2011b). During the study, coastal tourism practices, including swimming and snorkelling activity was intensively observed in the coastal areas of Cunda Island. It is showed that its habitat and newly settled individuals may have been destroyed because of human activities. As a result, before observing mass mortality, the population of *P. nobilis* in Cunda Island had been exposed to a variety of human impacts.

## CONCLUSION

Öndeş et al. (2020) mention that there were few alive individuals in 3 different stations in the Aegean Sea. According to the finding of Öndeş et al. (2020), we think that the resistant individuals in the impact areas or healthy populations can newly be found in the Aegean Sea with help of the local people mainly fisherman and diving clubs. Determining healthy populations, which is reproducing and recruitment ability, and recovery populations are very important to devise an action plan. Furthermore, it is recommended that establishing a new marine protected area is compulsory for ensuring the sustainability of this species where alive individuals have occurred. In addition, conservation programs and restoration programs should be implemented for the successful management of *P. nobilis* population along the coasts of Turkey.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Special thanks to Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry, Bandırma Sheep Breeding Research Institute for their supports in the sea survey samplings of *Pinna nobilis*. We also would like to thank to Dr. Semih KALE for his contribution in drawing the map.

## Compliance with Ethical Standards

### Authors' Contributions

DA and SA carried out underwater observations. AÖ helped in the field. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

## Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

## Ethical Approval

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

## REFERENCES

- Acarlı, S., Lök, A., Acarlı, D., Serdar, S., Küçükdermenci, A., Yiğitkurt, S., Kırtık, A., & Güler, M. (2010). Urla karantina adası civarında dağılım gösteren pına (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) kabukları üzerine tutunan makrobentik türler. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları (KAY) VIII. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı*, Trabzon, Türkiye. pp. 741-746.
- Acarlı, S., Lok, A., Yiğitkurt, S., & Palaz, M. (2011a). Culture of fan mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) in relation to size on suspended culture system in Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(6), 995-1002. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2011.4922>
- Acarlı, S., Lök, A., & Acarlı, D. (2011b). Preliminary spat settlement of fan mussel *Pinna nobilis* Linnaeus 1758 on a mesh bag collector in Karantina Island (Eastern Aegean Sea, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(10), 2501-2507.
- Acarlı, S., Lök, A., Acarlı, A., & Kırtık, A. (2018). Reproductive cycle and biochemical composition in the adductor muscle of the endangered species fan mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) from the Aegean Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 10, 6506-6518.
- Acarlı, S., Acarlı, D., & Kale, S. (2021). Current status of critically endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) population in Çanakkale Strait, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, <https://doi.org/10.33714/masteb.793885> (In press).
- Butler A., Vicente N., & De Gaulejac B. (1993). Ecology of the Pteroid bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* L. *Marine Life*, 3, 37-45.
- Cabanellas-Reboredo, M., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Álvarez, E., Deudero, S., Amores, Á., Addis, P., Ballesteros, E., Barrajón, A., Coppa, S., García-March, J. R., Giacobbe, S., Giménez Casalduero, F., Hadjioannou, L., Jiménez-Gutiérrez, S. V., Katsanevakis, S., Kersting, D., Mačić, V., Mavrič, B., Paolo Patti, F., Planes, S., Prado, P., Sánchez, J., Tena-Medialdea, J., de Vaugelas, J., Vicente, N., Belkhamssa, F. Z., Zupan, I., & Hendriks, I. E. (2019). Tracking a mass mortality outbreak of pen shell *Pinna nobilis* populations: A collaborative effort of scientists and citizens. *Scientific Reports*, 9(1), 13355. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49808-4>
- Carella, F., Aceto, S., Pollaro, F., Miccio, A., Iaria, C., Carrasco, N., Prado, P., & De Vico, G. (2019). A mycobacterial disease is associated with the silent mass mortality of the pen shell *Pinna nobilis* along the Tyrrhenian coastline of Italy. *Scientific Reports*, 9(1), 2725. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37217-y>
- Centoducati, G., Tarsitano, E., Bottalico, A., Marvulli, M., Lia, O. R., & Crescenzo, G. (2007). Monitoring of the endangered *Pinna nobilis* Linné, 1758 in the Mar Grande of Taranto (Ionian Sea Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*, 131, 339-347. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9479-z>
- Čižmek, H., Čolić, B., Gračan, R., Grau, A., & Catanese, G. (2020). An emergency situation for pen shells in the Mediterranean: The Adriatic Sea, one of the last *Pinna nobilis* shelters, is now affected by a mass mortality event. *Journal of Invertebrate Pathology*, 173, 107388. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107388>
- Demirci, A., & Acarlı S. (2019). Estimation growth parameters of endangered the fan mussel species (*Pinna nobilis* L.) by using different growth models from Izmir Bay, Aegean Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (10), 7368-7374.

- Deudero, S., Vázquez-Luis, M., & Álvarez, E. (2015). Human stressors are driving coastal benthic long-lived sessile fan mussel *Pinna nobilis* population structure more than environmental stressors. *PLoS ONE*, 10, e0134530. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134530>
- Fischer, W., Schneider, M., & Bauchot, M. L. (1987). *Méditerranée et Mer Noire: Zone de pêche*. 37. Révision 1. Vertébrés, Vol: 1. Vertébrés, Rome, FAO, pp.371-632.
- IUCN (2020) Mediterranean noble pen shell crisis (*Pinna nobilis*) - January 2020 Update. Retrieved on October 15, 2020 from <https://www.iucn.org/news/mediterranean/202001/mediterranean-noble-pen-shell-crisis-pinna-nobilis-january-2020-update>
- Kurtay, E., Lok, A., Kirtik, A., Kucukdermenci, A., & Yigitkurt, S. (2018). Spat recruitment of endangered Bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) at two different depths in Izmir Bay, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 59(6), 501-507. <https://doi.org/10.21411/CBM.A.43183913>
- Lottos, A., Giantsis, I. A., Karagiannis, D., & Michaelidis, B. (2020). First detection of the invasive Haplosporidian and Mycobacteria parasites hosting the endangered bivalve *Pinna nobilis* in Thermaikos Gulf, North Greece. *Marine Environmental Research*, 155, 104889. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104889>
- Natalotto, A., Maisano, M., Mauceri, A., & Deudero, S. (2015) Biomarkers of environmental stress in gills of *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) from Balearic Island. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 122, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.06.035>
- Öndes, F., Alan, V., Akçalı, B., & Güçlüsoy, H. (2020). Mass mortality of the fan mussel, *Pinna nobilis* in Turkey (eastern Mediterranean). *Marine Ecology*, 00: e12607. <https://doi.org/10.1111/maec.12607>
- Panarese, R., Tedesco, P., Chimienti, G., Latrofa, M. S., Quaglio, F., Passantino, G., Buinavoglia, C., Gustinelli, A., Tursi, A., & Otranto, D. (2019). *Haplosporidium pinnae* associated with mass mortality in endangered *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) fan mussels. *Journal of Invertebrate Pathology*, 164, 32-37. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2019.04.005>
- Prado, P., Caiola, N., & Ibáñez, C. (2014). Habitat use by a large population of *Pinna nobilis* L. in shallow waters. *Scientia Marina*, 78(4), 555-565. <https://doi.org/10.3989/scimar.04087.03A>
- Richardson, C. A., Peharda, M., Kennedy, H., Kennedy, P., & Onofri, V. (2004). Age, growth rate and season of recruitment of *Pinna nobilis* (L) in the Croatian Adriatic determined from Mg:Ca and Sr:Ca shell profiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.08.012>
- Rouanet, E., Trigos, S., & Vicente, N. (2015). From youth to death of old age: The 50-year story of a *Pinna nobilis* fan mussel population at Port-Cros Island National Park, Provence, Mediterranean Sea. *Scientific Reports of the Port-Cros National Park*, 29, 209-222.
- Scarpa, D., Sanna, A., Azzena, I., Mugetti, D., Cerruti, F., Hosseini, S., Cossu, P., Pinna, S., Grech, D., Cabana, D., Pasquini, V., Esposito, G., Cadoni, N., Atzori, F., Antuofermo, E., Addis, P., Sechi, L.A., Prearo, M., Peletto, S., Mossa, M. A., Saba, T., Gazale, V., & Casu, M. (2020). Multiple non-species-specific pathogens possibly triggered the mass mortality in *Pinna nobilis*. *Life*, 10, 238. <https://doi.org/10.3390/life10100238>
- Tebble, N. (1966). *British bivalve seashells: A hand book identification*. Trustees of the British Museum.
- Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajon, A., García-March, J. R., Grau, A., Hendriks, I. E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., Ruiz, J. M., Sánchez, J., Villalba, A., & Deudero, S. (2017). S.O.S. *Pinna nobilis*: A mass mortality event in western Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science*, 4, 220. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00220>
- Vicente, N., & Moreteau, J. C. (1991). Status of *Pinna nobilis* L. en Méditerranée (Mollusque Eulamellibranche). In: C. F. Boudouresque, M. Avon, & M. Garvez (Eds.), *Les Espèces Marines à Protèger en Méditerranée* (pp. 159-168). GIS Posidonie Publishing.

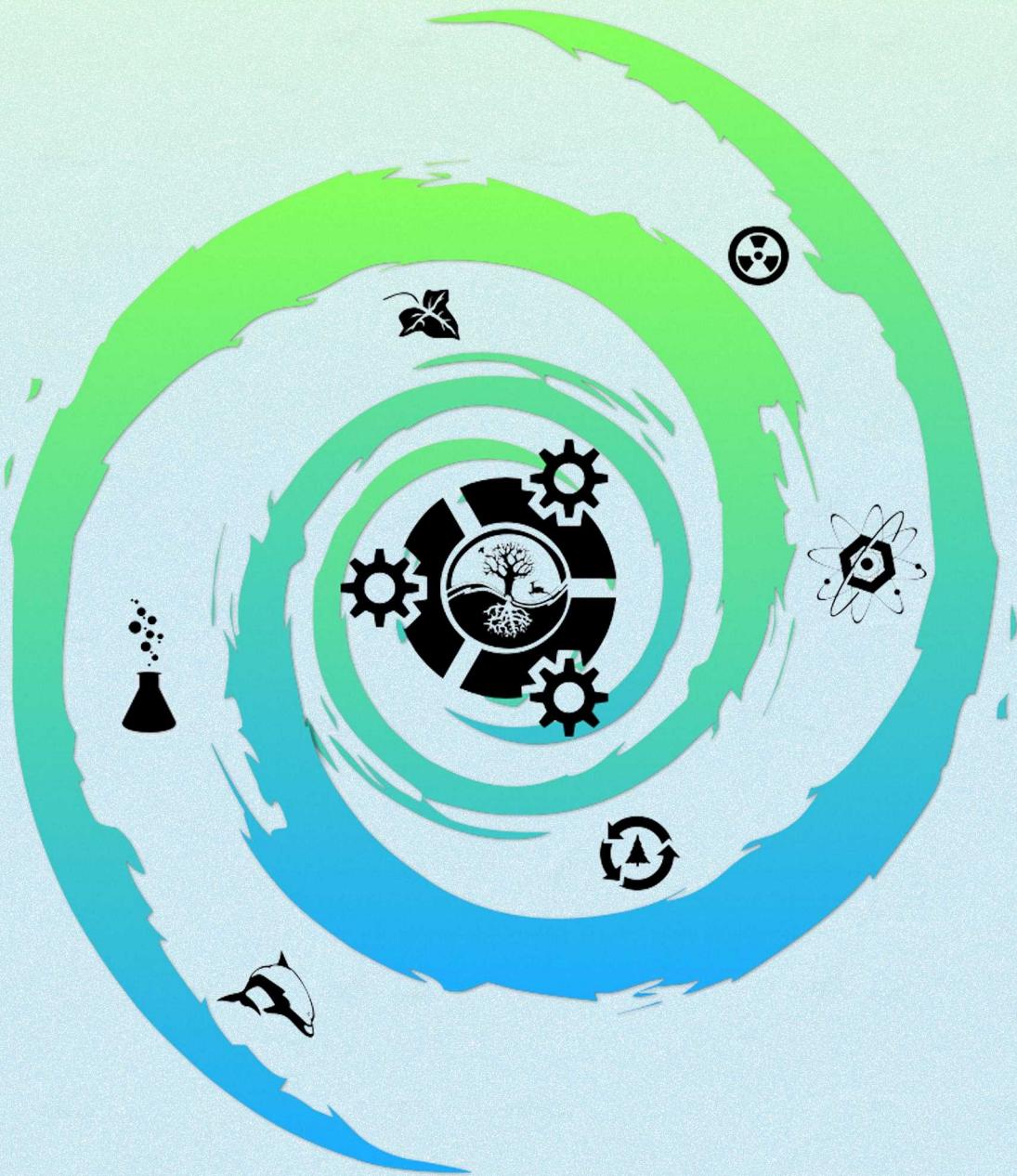


Vicente, N., de Gaulejac, B. & Avon, M. (2002). *Pinna nobilis* biological indicator of the Mediterranean littoral quality. *Proceedings of the Premier Séminaire International Sur La Grande Nacre de Méditerranée : Pinna nobilis*. Île des Embiez Var, France. pp. 111-126.

Zavodnik, D., Hrs-Brenko, M. & Legac, M. (1991) Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea. In: C .F. Boudouresque, M. Avon, & V. Gravez (Eds.), *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée* (pp. 169-178). GIS Posidonie Publishing.



# ACTA NATURA ET SCIENTIA



e-ISSN: 2718-0638

[www.actanatsci.com](http://www.actanatsci.com)